



TUGAS AKHIR – SS141501

**REGRESI ROBUST *S-ESTIMATION*
DAN MM-*ESTIMATION* UNTUK PEMODELAN
LUAS PANEN PADI DENGAN INDIKATOR IKLIM
DI SENTRA PRODUKSI PADI JAWA TIMUR**

**NAZMATUZ ZAHIROH
NRP 1315 105 037**

**Dosen Pembimbing
Dr. Sutikno, S.Si, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**REGRESI ROBUST *S-ESTIMATION*
DAN MM-*ESTIMATION* UNTUK PEMODELAN
LUAS PANEN PADI DENGAN INDIKATOR IKLIM
DI SENTRA PRODUKSI PADI JAWA TIMUR**

**NAZMATUZ ZAHIROH
NRP 1315 105 037**

**Dosen Pembimbing
Dr. Sutikno, S.Si, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**ROBUST REGRESSION S-ESTIMATION
AND MM-ESTIMATION FOR RICE HARVEST
AREA MODELLING WITH CLIMATE INDICATOR
IN EAST JAVA RICE PRODUCTION CENTERS**

**NAZMATUZ ZAHIROH
NRP 1315 105 037**

**Supervisor
Dr. Sutikno, S.Si, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

REGRESI ROBUST *S-ESTIMATION* DAN MM-*ESTIMATION* UNTUK PEMODELAN LUAS PANEN PADI DENGAN INDIKATOR IKLIM DI SENTRA PRODUKSI PADI JAWA TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Nazmatuz Zahiroh

NRP. 1315 105 037

Disetujui oleh Pembimbing:

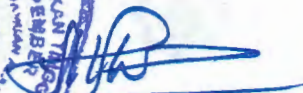
Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

NIP. 19710313 199702 1 001

()



Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

REGRESI ROBUST S-ESTIMATION DAN MM-ESTIMATION UNTUK PEMODELAN LUAS PANEN PADI DENGAN INDIKATOR IKLIM DI SENTRA PRODUKSI PADI JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Nazmatuz Zahiroh
NRP : 1315 105 037
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

Abstrak

Padi merupakan tanaman pokok nasional yang dikonsumsi oleh sebagian masyarakat Indonesia. Menurut indikator pertanian 2016, Provinsi Jawa Timur memberikan sumbangan terbesar bagi produksi tanaman pangan nasional. Padi merupakan tanaman yang paling rentan terhadap perubahan pola curah hujan, yang akan berimbas pada luas area tanam dan panen, produktivitas, dan kualitas hasil panen. Identifikasi hubungan antara luas panen padi dan curah hujan dibutuhkan di sentra produksi padi sebagaiantisipasi kegagalan panen akibat perubahan iklim. Penelitian ini ingin mendapatkan model luas panen padi yang terbaik di beberapa kabupaten di Jawa Timur menggunakan regresi robust S-estimation dan MM-estimation. Hasil identifikasi hubungan antara curah hujan dan luas panen padi menunjukkan pola hubungan linier positif. Pemodelan dengan robust S-estimation dan MM-estimation menghasilkan lebih banyak variabel signifikan dan persentase ketepatan prediksi yang lebih tinggi daripada regresi OLS. Model luas panen padi Kabupaten Jember dan Bojonegoro lebih optimal menggunakan MM-estimation, sedangkan model luas panen padi di Kabupaten Banyuwangi, Ngawi, dan Lamongan lebih optimal menggunakan S-estimation. Koefisien determinasi yang dihasilkan pada setiap periode yaitu 1%-50% untuk periode 1, 0%-40% untuk periode 2, dan 24%-87% untuk periode 3.

Kata kunci: Curah Hujan, Luas Panen Padi, Robust S-Estimation, Robust MM-Estimation

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ROBUST REGRESSION S-ESTIMATION AND MM-ESTIMATION FOR RICE HARVEST AREA MODELLING WITH CLIMATE INDICATOR IN EAST JAVA RICE PRODUCTION CENTERS

Student Name : Nazmatuz Zahiroh
Student Number : 1315 105 037
Department : Statistics
Supervisor : Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

Abstract

Rice is a national staple plant for Indonesian. According to agricultural indicators 2016, East Java Province gives the largest contribution of national food crop production. Rice is the most vulnerable plant with fluctuate change in rainfall patterns, it gives impacts on cropping and harvesting area, productivity, and harvest yield quality. Identification of the relationship between rice harvest area and rainfall is needed, especially in rice production centers, to anticipate crop failure due to climate changes. This study aims to get the best model of rice harvest area in some districts of East Java by using robust regression with S-estimation and MM-estimation. The result of relationship identification between rainfall and rice harvest area shows a positive linear relationship pattern. Modelling with robust S-estimation and MM-estimation resulted in more significant variables and higher predicted accuracy percentages than OLS regression. The model of rice harvest area in Jember and Bojonegoro districts is more optimal using MM-estimation, while the model of rice harvest area in Banyuwangi, Ngawi, and Lamongan districts is more optimal using S-estimation. Determination coefficient that resulted at each period are 1%-50% for period 1, 0%-40% for period 2, and 24%-87% for period 3.

Keywords : *Rainfall, Rice Harvest Area, Robust S-Estimation, Robust MM-Estimation*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, ridho dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul **“REGRESI ROBUST *S-ESTIMATION* DAN MM-*ESTIMATION* UNTUK PEMODELAN LUAS PANEN PADI DENGAN INDIKATOR IKLIM DI SENTRA PRODUKSI PADI JAWA TIMUR”**. Sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan terbaik bagi seluruh ummat.

Keberhasilan penyelesaian laporan tugas akhir ini bukan hanya karena usaha dari penulis, tetapi juga tidak terlepas dari partisipasi dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing dan ketua program studi S1 Statistika ITS atas bimbingan dan pengarahannya selama menyelesaikan tugas akhir.
2. Shofi Andari, S.Stat, M.Si dan R. Moh Atok, Ph.D selaku dosen penguji atas ilmu, saran, masukan dan koreksinya untuk kesempurnaan tugas akhir ini.
3. Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika ITS.
4. Dr. rer pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si, M.Si selaku dosen wali dan seluruh dosen Statistika ITS atas ilmu yang diberikan.
5. Ibu, Bapak, saudara, teman, dan keluarga besar tercinta atas limpahan kasih sayang, doa, dukungan, dan semangatnya yang tiada henti bagi penulis.
6. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan yang membangun. Semoga informasi sekecil apapun dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2017
Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif	5
2.2 <i>Scatterplot</i>	6
2.3 Koefisien Korelasi Pearson dan Tau Kendall.....	7
2.3.1 Koefisien Korelasi Pearson	7
2.3.2 Koefisien Korelasi Tau Kendall	8
2.4 Identifikasi <i>Outlier</i>	8
2.4.1 <i>Boxplot</i>	9
2.4.2 <i>Difference in Fitted Value</i>	10
2.5 Analisis Regresi.....	10
2.5.1 Uji Parameter Regresi Secara Serentak....	11
2.5.2 Uji Parameter Regresi Secara Individu	12
2.6 Regresi Robust.....	12
2.6.1 <i>Breakdown Point</i>	13
2.6.2 <i>Efficiency</i>	13
2.7 <i>S-Estimation</i>	13
2.8 <i>MM-Estimation</i>	17

2.9 Luas Panen Padi dan Curah Hujan	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	21
3.2 Variabel Penelitian.....	21
3.3 Langkah Analisis	23
3.4 Diagram Alir Analisis Data	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi dan Identifikasi <i>Outlier</i>	25
4.1.1 Deskripsi Data Curah Hujan dan Luas Panen Padi	25
4.1.2 Identifikasi <i>Outlier</i>	39
4.2 Pemodelan Luas Panen Padi	46
4.2.1 Regresi OLS	46
4.2.2 Regresi Robust <i>S-Estimation</i>	51
4.2.3 Regresi Robust MM- <i>Estimation</i>	55
4.2.4 Pemilihan <i>Estimator</i> yang Optimal dan Prediksi Luas Panen Padi	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	77
BIODATA PENULIS	125

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 (a) Hubungan Linier Positif dan (b) Hubungan Linier Negatif.....	6
Gambar 2.2 Contoh <i>Boxplot</i>	9
Gambar 2.3 (a) Fungsi <i>Rho</i> , (b) <i>Psi</i> , dan (c) <i>Weight</i> untuk <i>Tukey Bisquare</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Data	24
Gambar 4.1 Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember	26
Gambar 4.2 Rata-rata Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Jember	27
Gambar 4.3 <i>Scatterplot</i> Curah Hujan dan Luas Panen Padi Kabupaten Jember.....	28
Gambar 4.4 Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi.....	31
Gambar 4.5 Rata-rata Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Banyuwangi.....	32
Gambar 4.6 <i>Scatterplot</i> Curah Hujan dan Luas Panen Padi Kabupaten Banyuwangi.....	33
Gambar 4.7 Rata-rata Curah Hujan per Bulan di 5 Kabupaten.....	37
Gambar 4.8 <i>Boxplot</i> Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember	39
Gambar 4.9 <i>Boxplot</i> Curah Hujan per Bulan di Kabupaten Jember	40
Gambar 4.10 <i>Boxplot</i> Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi.....	41
Gambar 4.11 <i>Boxplot</i> Curah Hujan per Bulan di Kabupaten Banyuwangi.....	42
Gambar 4.12 Skema <i>Outlier</i> menurut Nilai <i>DFFITS</i> per Periode di 5 Kabupaten.....	46

Gambar 4.13	Data Aktual dan Prediksi Luas Panen Padi per Periode pada Tahun 2011 di Kabupaten Jember.....	61
Gambar 4.14	Data Aktual dan Prediksi Luas Panen Padi per Periode pada Tahun 2011 di Kabupaten Banyuwangi.....	63
Gambar 4.15	Data Aktual dan Prediksi Luas Panen Padi per Periode pada Tahun 2011 di 5 Kabupaten.....	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data Ilustrasi	16
Tabel 2.2 Nilai Residual (ε_i), Residual Terstandarisasi (u_i), $\psi_B(u_i)$, dan Pembobot (w_i) dari Data Ilustrasi untuk Iterasi Awal	16
Tabel 3.1 Empat Stasiun Pengukuran Hujan per Kabupaten	21
Tabel 3.2 Variabel Penelitian	22
Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian Periode 1	22
Tabel 4.1 Rata-rata, Simpangan Baku, Minimum, dan Maksimum Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember	26
Tabel 4.2 Koefisien dan <i>P-value</i> Korelasi Pearson dan Tau-Kendall antara Luas Panen Padi dengan Curah Hujan di Kab. Jember	29
Tabel 4.3 Rata-rata, Simpangan Baku, Minimum, dan Maksimum Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi	32
Tabel 4.4 Koefisien dan <i>P-value</i> Korelasi Pearson dan Tau-Kendall antara Luas Panen Padi dengan Curah Hujan di Kab. Banyuwangi .	34
Tabel 4.5 Karakteristik Luas Panen Padi per Periode di 5 Kabupaten	35
Tabel 4.6 Keterkaitan antara Curah Hujan dan Luas Panen Padi di 5 Kabupaten	37
Tabel 4.7 Nilai <i>DFITS</i> Luas Panen Padi Kabupaten Jember	40
Tabel 4.8 Nilai <i>DFITS</i> Luas Panen Padi Kabupaten Banyuwangi	43
Tabel 4.9 Hasil Identifikasi <i>Outlier</i> dengan <i>Boxplot</i> pada Data Luas Panen Padi dan Curah Hujan di 5 Kabupaten	44

Tabel 4.10	Statistik F_{hitung} dari Model Hasil Regresi OLS per Periode di Kabupaten Jember.....	47
Tabel 4.11	Estimasi Parameter Model Regresi OLS Kabupaten Jember.....	47
Tabel 4.12	Statistik F_{hitung} dari Model Hasil Regresi OLS di Kabupaten Banyuwangi	48
Tabel 4.13	Estimasi Parameter Model Regresi OLS Kabupaten Banyuwangi	49
Tabel 4.14	Statistik F_{hitung} dari Model Hasil Regresi OLS per Periode di 5 Kabupaten	50
Tabel 4.15	Hasil Pengujian Individu Regresi OLS di 5 Kabupaten	50
Tabel 4.16	Estimasi Parameter Model Robust S- <i>Estimation</i> Kabupaten Jember	51
Tabel 4.17	Estimasi Parameter Model Robust S- <i>Estimation</i> Kabupaten Banyuwangi.....	53
Tabel 4.18	Hasil Pemodelan Robust S- <i>Estimation</i> di 5 Kabupaten	54
Tabel 4.19	Estimasi Parameter Model Robust MM- <i>Estimation</i> Kabupaten Jember	56
Tabel 4.20	Estimasi Parameter Model Robust MM- <i>Estimation</i> Kabupaten Banyuwangi.....	57
Tabel 4.21	Hasil Pemodelan Robust MM- <i>Estimation</i> di 5 Kabupaten	58
Tabel 4.22	Empat Kriteria Pemilihan <i>Estimator</i> Awal yang Optimal pada Regresi Robust Kab. Jember	60
Tabel 4.23	Prediksi (Ha), <i>Error</i> , dan <i>Accuracy</i> Peramalan Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember.....	61
Tabel 4.24	Empat Kriteria Pemilihan <i>Estimator</i> Awal yang Optimal pada Regresi Robust Kab. Banyuwangi	62

Tabel 4.25	Prediksi (Ha), <i>Error</i> , dan <i>Accuracy</i> Peramalan Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi.....	63
Tabel 4.26	Hasil Pemilihan <i>Estimator</i> yang Optimal untuk Pemodelan Luas Panen Padi di 5 Kabupaten.....	64
Tabel 5.1	Model Luas Panen Padi per Periode di 5 Kabupaten.....	69

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1A Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Jember.....	77
Lampiran 1B Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Banyuwangi	78
Lampiran 1C Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Ngawi.....	80
Lampiran 1D Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Bojonegoro	81
Lampiran 1E Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Lamongan	83
Lampiran 2A Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan	84
Lampiran 2B Statistika Deskriptif Luas Panen Padi per Periode.....	86
Lampiran 2C Rata-rata Curah Hujan per Bulan di 5 Kabupaten.....	87
Lampiran 2D <i>Scatterplot</i> Curah Hujan dan Luas Panen Padi Kab. Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan	87
Lampiran 2E Koefisien dan <i>P-value</i> Korelasi Pearson dan Tau-Kendall antara Luas Panen Padi dengan Curah Hujan	89
Lampiran 3A <i>Boxplot</i> Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan	90

Lampiran 3B	<i>Boxplot</i> Curah Hujan per Bulan di Kabupaten Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan	92
Lampiran 3C	Nilai <i>DFFITS</i> Luas Panen Padi di 5 Kabupaten	93
Lampiran 4A	<i>Output</i> Minitab Regresi OLS Kab. Jember.....	96
Lampiran 4B	<i>Output</i> Minitab Regresi OLS Kab. Banyuwangi	97
Lampiran 4C	<i>Output</i> Minitab Regresi OLS Kab. Ngawi.....	98
Lampiran 4D	<i>Output</i> Minitab Regresi OLS Kab. Bojonegoro	99
Lampiran 4E	<i>Output</i> Minitab Regresi OLS Kab. Lamongan	100
Lampiran 5A	Contoh <i>Syntax</i> SAS Regresi Robust (<i>S-Estimation</i> dan <i>MM-Estimation</i>) untuk Periode 1 (Kabupaten Jember).....	101
Lampiran 5B	Contoh <i>Syntax</i> SAS Regresi Robust (<i>S-Estimation</i> dan <i>MM-Estimation</i>) untuk Periode 2 (Kabupaten Jember).....	102
Lampiran 5C	Contoh <i>Syntax</i> SAS Regresi Robust (<i>S-Estimation</i> dan <i>MM-Estimation</i>) untuk Periode 3 (Kabupaten Jember).....	103
Lampiran 6A	<i>Output</i> SAS Robust <i>S-Estimation</i> Kab. Jember.....	104
Lampiran 6B	<i>Output</i> SAS Robust <i>S-Estimation</i> Kab. Banyuwangi	106
Lampiran 6C	<i>Output</i> SAS Robust <i>S-Estimation</i> Kab. Ngawi.....	108
Lampiran 6D	<i>Output</i> SAS Robust <i>S-Estimation</i> Kab. Bojonegoro	110
Lampiran 6E	<i>Output</i> SAS Robust <i>S-Estimation</i> Kab. Lamongan	112

Lampiran 7A	<i>Output SAS Robust MM-Estimation</i> Kabupaten Jember	114
Lampiran 7B	<i>Output SAS Robust MM-Estimation</i> Kabupaten Banyuwangi.....	116
Lampiran 7C	<i>Output SAS Robust MM-Estimation</i> Kabupaten Ngawi	118
Lampiran 7D	<i>Output SAS Robust MM-Estimation</i> Kabupaten Bojonegoro	120
Lampiran 7E	<i>Output SAS Robust MM-Estimation</i> Kabupaten Lamongan.....	122
Lampiran 8A	Surat Pernyataan Pengambilan Data.....	124

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan tanaman pokok nasional yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Di Indonesia, beras masih dipandang sebagai produk kunci kestabilan perekonomian dan politik (Purnamaningsih, 2006). Menurut indikator pertanian 2016, Provinsi Jawa Timur memberikan sumbangan terbesar produksi tanaman pangan nasional yaitu mencapai 17,46 persen. Daerah penghasil padi terbesar di Jawa Timur adalah Kabupaten Jember (1.004.898 ton), Lamongan (935.176 ton), Banyuwangi (860.239 ton), Bojonegoro (831.791 ton), dan Ngawi (760.725 ton) (BPS, 2016).

Berdasarkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) 2015-2030 yang telah diterbitkan, produktivitas dan keberlanjutan sektor pertanian merupakan hal yang penting untuk mengakhiri kelaparan. Caranya adalah memastikan pertanian dan sistem pangan yang produktif dan berkelanjutan, khususnya pertanian yang tahan terhadap perubahan iklim dan cuaca ekstrim (Hoelman, Parhusip, Eko, Bahagijo, & Santono, 2015). Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman yang sangat serius bagi sektor pertanian dan berpotensi mendatangkan masalah baru bagi keberlanjutan produksi pangan dan sistem produksi pertanian pada umumnya. Pada sektor pertanian, tanaman pangan merupakan sub sektor yang paling rentan terhadap perubahan pola curah hujan. Tanaman pangan umumnya merupakan tanaman semusim yang relatif sensitif terhadap cekaman (kelebihan dan kekurangan) air. Kerentanan tanaman pangan terhadap pola curah hujan berimbas pada luas area tanam dan panen, produktivitas, dan kualitas hasil panen (Haryono, 2011).

Kekeringan pada area tanam, khususnya padi sawah karena rendahnya intensitas curah hujan akan memperluas area puso. Di sisi lain, banjir yang sering terjadi pada lahan sawah akan menyebabkan berkurangnya luas area panen dan turunnya produksi padi

secara signifikan. Keberhasilan dalam membangun sektor pertanian dan sistem pangan yang produktif dan keberlanjutan sangat bergantung pada perubahan iklim dan cuaca ekstrim. Oleh karena itu, perlu diketahui risiko perubahan iklim atau keragaman iklim terhadap produksi padi. Identifikasi hubungan antara luas panen padi dan curah hujan dibutuhkan di sentra produksi padi. Upaya ini dilakukan untukantisipasi kegagalan panen akibat perubahan iklim.

Beberapa penelitian pernah dilakukan terkait pemodelan luas panen padi dan curah hujan, di antaranya Budiani (2013) dan Saputra (2014). Budiani (2013) melakukan pemodelan anomali luas panen padi dan anomali curah hujan di Kabupaten Bojonegoro dengan pendekatan *robust* LTS. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa pemodelan dengan *robust* LTS mampu menghasilkan nilai koefisien determinasi yang cukup besar dan mampu menjelaskan variasi model daripada pemodelan dengan regresi OLS. Saputra (2014) dengan pemodelan regresi *robust* LTS dan uji kesamaan model anomali luas panen padi pada beberapa kabupaten di Jawa timur menyatakan bahwa model regresi *robust* LTS lebih baik daripada regresi OLS berdasarkan kriteria banyaknya parameter yang signifikan dan nilai koefisien determinasi.

Berbagai metode yang dikembangkan dalam permasalahan regresi robust, diantaranya : *M-estimation* (*Maximum Likelihood Estimator*), *S-estimation* (*Scale Estimator*), dan *MM-estimation* (*Method of Moment Estimator*) (Chen, 2002). Ketiga metode estimasi parameter pada regresi robust tersebut mempunyai kelemahan dan kelebihan masing-masing. *M-estimation* mempunyai efisiensi yang tinggi dengan *breakdown point* bernilai 0, *S-estimation* mempunyai efisiensi yang rendah dengan *breakdown point* bernilai 0,5 dan *MM-estimation* mempunyai efisiensi dan *breakdown point* yang tinggi. Srinadi (2014) melakukan penelitian dengan data simulasi *outlier* dan menyimpulkan bahwa *MM-estimator* merupakan metode kekar dalam mengatasi pengaruh *outlier* pada analisis regresi linier. Sementara Susanti, Pratiwi, H,

dan Liana (2014) menyimpulkan bahwa *S-estimation* adalah metode terbaik pada kasus pemodelan produksi jagung di Indonesia. Belum terdapat metode estimasi regresi robust yang terbaik untuk memodelkan berbagai kasus.

Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan regresi robust *S-estimation* dan *MM-estimation* untuk memodelkan luas panen padi dan curah hujan pada beberapa kabupaten di Jawa Timur. Hasil pemodelan luas panen padi yang terbaik diharapkan sebagai pendukung keputusan dalamantisipasi kegagalan panen padi akibat perubahan iklim di sentra produksi padi Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah karakteristik pola hubungan luas panen padi dan curah hujan di sentra produksi padi di Jawa Timur serta pemodelan antara luas panen padi dan curah hujan di sentra produksi padi di Jawa Timur dengan regresi robust *S-estimation* dan *MM-estimation*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini berdasarkan rumusan permasalahan yang telah ditentukan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pola hubungan curah hujan dan luas panen padi di sentra produksi padi di Jawa Timur.
2. Mendapatkan model terbaik antara robust *S-estimation* dan *MM-estimation* dalam pemodelan luas panen padi dengan curah hujan di sentra produksi padi di Jawa Timur.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan diantaranya.

1. Bagi peneliti dapat memberikan wawasan pengetahuan tentang keilmuan statistika mengenai pemodelan untuk data *outlier* dengan regresi robust, khususnya untuk metode

estimasi parameter *S-estimation* dan *MM-estimation*, serta penerapannya dalam bidang pertanian dan klimatologi.

2. Bagi pemerintah dapat memberikan informasi model luas panen padi optimal di sentra produksi padi di Jawa Timur sebagai bahan masukan dalam menentukan kebijakan waktu efektif penanaman padi berdasarkan ketersediaan air dari curah hujan untuk mewujudkan sektor pertanian dan sistem pangan yang produktif dan berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pemodelan luas panen padi dengan curah hujan di sentra produksi padi Provinsi Jawa Timur. Metode estimasi parameter yang digunakan dalam pemodelan regresi robust yaitu *S-estimation* dan *MM-estimation*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Ukuran yang mencirikan sifat kumpulan data termasuk dalam kategori statistika deskriptif. Statistika deskriptif menjadi langkah awal untuk mempresentasikan data secara singkat dalam bentuk gambar atau disebut juga sebagai metode grafis dalam karaktersasi kumpulan data. Statistika deskriptif menunjukkan ukuran pusat lokasi dalam sekumpulan data dan mengukur variabilitas (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012). Dalam statistika deskriptif, terdapat 2 jenis ukuran data yaitu ukuran pemusatan (Rata-rata, Median, dan Modus) dan penyebaran data (*Range*, Varians, dan Standar Deviasi). Pada penelitian ini digunakan ukuran pemusatan dan penyebaran data berupa nilai rata-rata (*mean*), standard deviasi/simpangan baku, serta nilai minimum dan maksimum.

a. *Mean*

Mean merupakan salah satu ukuran pemusatan data yang jelas dan sangat berguna. *Mean* adalah nilai rata-rata dari beberapa buah data numerik. Rata-rata dari pengamatan sampel x_1, x_2, \dots, x_n yang dinotasikan dengan \bar{x} dapat dituliskan sebagai persamaan (2.1) berikut.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.1)$$

b. Standar Deviasi

Ukuran penyebaran data yang paling sering digunakan adalah standar deviasi. Standar deviasi atau simpangan baku merupakan ukuran dari variabilitas data, yaitu akar kuadrat positif dari varians. Jika x_1, x_2, \dots, x_n menunjukkan nilai sampel, maka rumus dari standar deviasi dapat dituliskan pada persamaan (2.2) berikut.

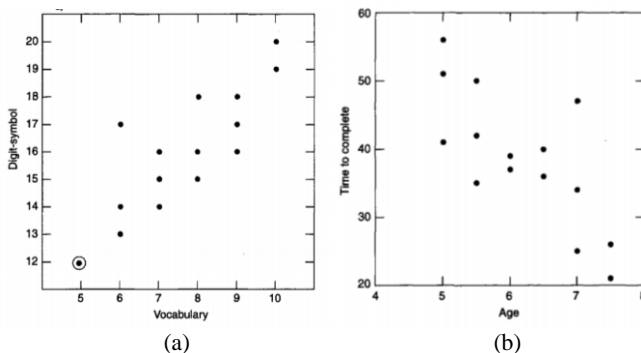
$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

c. Minimum dan Maksimum

Minimum adalah nilai terendah dari suatu data, sedangkan maksimum adalah nilai tertinggi dari suatu data.

2.2 Scatterplot

Scatterplot adalah sebuah grafik yang dapat menampilkan hubungan antara dua variabel kuantitatif. *Scatterplot* digunakan untuk pemeriksaan visual pola hubungan antara dua variabel, hubungan ini dapat digambarkan oleh garis lurus yang menunjukkan hubungan negatif atau positif. *Scatterplot* juga berfungsi untuk melihat hubungan linier dan nonlinier antara dua variabel. Dalam *scatterplot*, variabel 1 diplot pada sumbu x dan variabel 2 diplot pada sumbu y . Hubungan kedua variabel dikatakan positif jika nilai tinggi pada satu variabel cenderung diikuti oleh nilai tinggi pada variabel lain dan rendah diikuti oleh nilai rendah. Hubungan juga dapat disebut linier jika kecenderungan kenaikan satu unit dalam satu variabel disertai dengan kenaikan konstan pada variabel lainnya (Cohen, Cohen, West, & Aiken, 2003). Contoh hubungan linier positif dan linier negatif antara kedua variabel dapat ditunjukkan oleh Gambar 2.1.



Gambar 2.1 (a) Hubungan Linier Positif dan (b) Hubungan Linier Negatif
Sumber : Cohen et al., 2003

Scatterplot juga bisa digunakan untuk mendeteksi adanya data *outlier*, yang ditandai oleh titik data yang berada jauh dari sekumpulan data yang lain.

2.3 Koefisien Korelasi Pearson dan Tau Kendall

2.3.1 Koefisien Korelasi Pearson

Koefisien korelasi Pearson r memberikan ukuran kuantitatif dari kekuatan hubungan linier antara dua variabel, misal x dan y . Nilai r selalu berkisar di antara -1 dan +1. Koefisien korelasi Pearson r untuk n sampel pada pengukuran x dan y dihitung dengan formula pada persamaan (2.3) berikut.

$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx} SS_{yy}}} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$$SS_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}$$

$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n(\bar{x})^2$$

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n(\bar{y})^2$$

Nilai r yang mendekati atau sama dengan 0 menunjukkan rendahnya atau tidak ada hubungan antara y dan x . Sebaliknya, nilai r yang lebih dekat dengan 1 atau -1 menunjukkan hubungan linier antara y dan x yang semakin kuat. Jika $r = 1$ atau $r = -1$, maka semua titik jatuh tepat pada garis kuadrat terkecil. Nilai positif dari r mengartikan bahwa y meningkat saat x meningkat, sedangkan nilai negatif menunjukkan bahwa y menurun saat x meningkat (Mendenhall & Sincich, 2012).

Pengujian hubungan linier antara dua variabel berdasarkan nilai koefisien korelasi r dilakukan dengan P -value dari statistik uji t seperti pada persamaan (2.4) berikut.

$$t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.4)$$

dimana perhitungan P -value untuk uji dua sisi adalah $2P(t > t_c)$ jika t_c bernilai positif dan $2P(t < t_c)$ jika t_c bernilai negatif. Hipotesis nol untuk uji korelasi ($\rho = 0$) menunjukkan nol (tidak

ada) korelasi linier antara dua variabel. Hipotesis nol ditolak jika $\alpha > P\text{-value}$ (Mendenhall & Sincich, 2012).

2.3.2 Koefisien Korelasi Tau Kendall

Koefisien korelasi tau Kendall yang menyatakan statistik sampel disimbolkan dengan $\hat{\tau}$. Tau Kendall didasarkan pada peringkat-peringkat hasil pengamatan dan memiliki nilai dari -1 sampai +1. Parameter yang diduga dengan $\hat{\tau}$ didefinisikan sebagai peluang konkordansi minus peluang diskordansi. Pasangan pengamatan (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) disebut konkordan bila beda antara x_i dan x_j memiliki arah yang sama dengan beda antara y_i dan y_j . Dengan kata lain, jika $x_i > x_j$ dan $y_i > y_j$ atau $x_i < x_j$ dan $y_i < y_j$ maka pasangan-pasangan hasil pengamatan disebut konkordan. Sebaliknya, pasangan-pasangan hasil pengamatan (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) disebut diskordan bila arah bedanya tidak sama. Tau Kendall dalam inferensi digunakan untuk menguji hipotesis nol yang menyatakan bahwa x dan y saling bebas ($\tau = 0$) dengan hipotesis tandingan $\tau \neq 0$, $\tau > 0$, atau $\tau < 0$. Hipotesis tandingan $\tau \neq 0$ menyatakan adanya asosiasi antara x dan y , $\tau > 0$ sebagai pernyataan untuk menunjukkan adanya asosiasi yang lurus antara x dan y , serta $\tau < 0$ untuk menunjukkan bahwa x dan y berasosiasi secara invers. Ukuran asosiasi atau koefisien tau Kendall dalam sampel dapat dituliskan sebagai persamaan (2.5) berikut.

$$\hat{\tau} = \frac{S}{n(n-1)/2} \quad (2.5)$$

dengan n adalah banyaknya (x, y) yang diamati atau banyaknya peringkat dan $S = P - Q$, dimana P menyatakan banyaknya pasangan perurutan wajar dan Q merupakan banyaknya pasangan berurutan terbalik (Daniel, 1987).

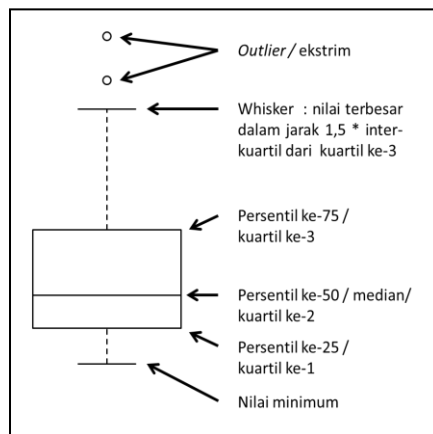
2.4 Identifikasi *Outlier*

Outlier adalah keganjilan yang menunjukkan sebuah data yang tidak mencirikan hal yang sama dengan data lainnya (Draper & Smith, 1998). *Outlier* juga dapat diartikan sebagai pengamatan individu yang tidak termasuk dalam model umum atau bagian dari data yang secara sistematis berbeda dengan data mayoritas.

Dalam analisis regresi, jika ada beberapa pengamatan yang berbeda dari sekumpulan data, maka proses *fitting* dapat menyamarakan perbedaan dengan memaksa semua pengamatan masuk dalam satu model regresi (Atkinson & Riani, 2000).

2.4.1 *Boxplot*

Boxplot adalah salah satu cara dalam statistika deskriptif untuk menggambarkan secara grafik dari data numerik melalui lima ukuran yaitu nilai observasi terkecil, kuartil terendah atau kuartil pertama (Q_1) yang memotong 25% dari data terendah, median (Q_2) atau nilai pertengahan, kuartil tertinggi atau kuartil ketiga (Q_3) yang memotong 25% dari data tertinggi, dan nilai observasi terbesar. Dalam *boxplot* juga ditunjukkan jika ada nilai *outlier* dari observasi.



Gambar 2.2 Contoh *Boxplot*

Garis yang memperpanjang *box* dinamakan dengan *whiskers* (Gambar 2.2). Panjang *whisker* bagian atas kurang dari atau sama dengan $Q_3 + (1,5 \times \text{IQR})$, sedangkan panjang garis *whisker* bagian bawah lebih besar atau sama dengan $Q_1 - (1,5 \times \text{IQR})$. Masing-masing *whisker* dimulai dari akhir *box*. Nilai yang berada di atas atau di bawah *whisker* dinamakan nilai *outlier* atau dikatakan ekstrim jika lebih besar dari $Q_3 + (3 \times \text{IQR})$ atau lebih kecil dari $Q_1 - (3 \times \text{IQR})$ (Junaidi, 2014).

2.4.2 Difference in Fitted Value

Deteksi *outlier* dapat dilakukan dengan *difference in fitted value* (*DFFITs*) (Myers, 1990). *DFFITs* merupakan ukuran standarisasi dari perbedaan nilai prediksi dengan atau tanpa pengamatan ke-*i*. Ukuran *DFFITs_i* didefinisikan seperti pada persamaan (2.6) berikut.

$$DFFITs_i = \frac{\hat{Y}_i - \hat{Y}_{(i)}}{s_{(i)} \sqrt{h_i}} \quad (2.6)$$

Keterangan :

\hat{Y}_i = nilai prediksi dari pemodelan dengan pengamatan ke-*i*

$\hat{Y}_{(i)}$ = nilai prediksi dari pemodelan tanpa pengamatan ke-*i*

$$s_{(i)} = \sqrt{\frac{\sum (Y_{(i)} - \hat{Y}_{(i)})^2}{n_{(i)} - p}}$$

h_i = nilai diagonal ke-*i* dari matriks $\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$

Pada pendeteksian *outlier* dengan nilai *DFFITs*, pengamatan *outlier* berpengaruh jika $|DFFITs_i| > 2\sqrt{\frac{p+1}{n}}$ dengan *p* yaitu jumlah parameter dalam model dan *n* adalah banyak pengamatan (Ryan, 1997).

2.5 Analisis Regresi

Proses menemukan model matematis (persamaan) yang paling sesuai dengan data adalah bagian dari teknik statistika yang dikenal dengan analisis regresi. Dalam regresi, variabel *y* yang akan dimodelkan atau diprediksi disebut variabel dependen atau respon). Analisis regresi menghubungkan variabel respon *y* dengan sekumpulan variabel independen atau prediktor, variabel x_1, x_2, \dots, x_k . Tujuannya adalah untuk membangun model (persamaan prediksi yang menghubungkan *y* dengan variabel independen) yang memungkinkan kita memprediksi *y* untuk nilai x_1, x_2, \dots, x_k dengan kesalahan prediksi yang kecil sesuai dengan

metode estimasi parameter *ordinary least square* (OLS). Hasil dari persamaan prediksi disebut model regresi (Mendenhall & Sincich, 2012).

Model probabilistik yang memasukkan lebih dari satu variabel independen dinamakan model regresi berganda. Bentuk umum dari model regresi berganda dituliskan pada persamaan (2.7) berikut.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (2.7)$$

dimana y adalah variabel dependen, x_1, x_2, \dots, x_k adalah variabel independen, $E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$ adalah bagian deterministik (nilai harapan) dari model, dan β_i menunjukkan kontribusi dari variabel independen x_i .

2.5.1 Uji Parameter Regresi Secara Serentak

Dalam analisis regresi berganda, dilakukan uji parameter regresi secara serentak atau *F-test* untuk menentukan apakah model cukup memadai dalam memprediksi y . Pengujian ini memerlukan tes global (yang mencakup semua parameter β) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_i \neq 0, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian hipotesis tersebut adalah statistik F dengan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{(SS_{yy} - SSE)}{SSE / [n - (k + 1)]} = \frac{\text{Mean Square (Model)}}{MSE} \quad (2.8)$$

dengan n merupakan ukuran sampel dan k adalah jumlah variabel independen/prediktor. Dalam persamaan (2.8), *Mean Square Error* (MSE) mewakili variabilitas yang tidak dapat dijelaskan pada model dan *Mean Square (Model)* mewakili variabilitas pada y yang dijelaskan oleh model. Hipotesis nol ditolak jika $F > F_\alpha$ dengan derajat bebas k dan $[n - (k + 1)]$ atau $\alpha > P\text{-value}$, dimana $P\text{-value} = P(F > F_c)$ dengan F_c adalah nilai yang dihitung dari pengujian (Mendenhall & Sincich, 2012).

2.5.2 Uji Parameter Regresi Secara Individu

Uji koefisien parameter secara individu dalam model regresi berganda dilakukan untuk memperoleh kesimpulan tentang parameter β individu dalam model menggunakan uji hipotesis dua sisi sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah t_{hitung} dengan rumus seperti pada persamaan (2.9) berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_i}{s(\hat{\beta}_i)} \quad (2.9)$$

Hipotesis nol ditolak jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2}$, dimana $t_{\alpha/2}$ didasarkan pada derajat bebas $n - (k + 1)$ dengan n adalah jumlah observasi dan $k + 1$ adalah jumlah parameter β dalam model (Mendenhall & Sincich, 2012).

2.6 Regresi Robust

Regresi robust adalah metode OLS yang tepat digunakan, ketika distribusi dari *error* (jauh) tidak normal dan/atau terdapat *outlier* yang mempengaruhi model regresi. Regresi robust akan menolak *outlier* yang tidak informatif dan membatasi pengaruh *influential observation*. *Outlier* yang tidak informatif adalah nilai ekstrim yang tidak menyarankan perlunya modifikasi model. Artinya, selama titik tersebut tidak cocok dengan pola data secara umum, maka perlu dilakukan pendekatan regresi robust yang akan menetapkan bobot nol pada titik tersebut (Ryan, 1997).

Sejarah perkembangan dari sebagian besar kelas *estimator* regresi robust yang berbeda telah ditelusuri oleh Rousseeuw and Leroy (1987). Perkembangan terakhir mengusulkan gagasan meminimalkan jumlah dari nilai mutlak residual sebagai ukuran efisiensi dan *breakdown point* sebagai pusat pemahaman dari regresi *robust*.

2.6.1 Breakdown Point

Konsep dari *breakdown point* diusulkan pertama oleh Hodges (1967) dalam konteks mengestimasi *mean* populasi. *Breakdown point* merupakan ukuran umum proporsi dari *outlier* yang dapat ditangani sebelum observasi tersebut mempengaruhi model prediksi (Chen, 2002). Semakin besar nilai persentase dari *breakdown point* pada suatu *estimator*, maka *estimator* tersebut semakin *robust*. Kemungkinan terkecil *breakdown point* adalah $1/n$. Hampel et al. (1986) mengindikasikan bahwa data secara umum memuat 1-10% *gross errors*. Pada perkembangannya, *estimator* regresi memiliki *breakdown* 0,5 (Ryan, 1997).

2.6.2 Efficiency

Konsep penting lainnya dalam regresi robust adalah efisiensi. Efisiensi dari pemilihan metode regresi robust dapat didefinisikan sebagai *mean square error* yang diperoleh dari metode tersebut dibagi dengan *mean square error* OLS, dimana nilai rasio yang diinginkan adalah mendekati 1. Ketika sekumpulan data memuat *outlier*, maka boleh dikatakan bahwa efisiensi dari *estimator* regresi robust yaitu *mean square error estimator* dibagi *mean square error* OLS, dengan catatan OLS tidak digunakan hanya pada titik data yang baik (Ryan, 1997).

2.7 S-Estimation

S-estimation merupakan estimasi regresi yang berkaitan dengan *M-scales*, diusulkan oleh Rousseeuw dan Yohai (1984). *S-estimation* berdasar pada skala residual dari *M-estimation*. Kelemahan dari *M-estimation* adalah tidak mempertimbangkan distribusi data dan bukan fungsi dari semua data karena hanya menggunakan median sebagai nilai pembobot, sedangkan pada metode *S-estimation* menggunakan residual standar deviasi untuk mengatasi kelemahan dari median. *S-estimation* didefinisikan sebagai

$$\hat{\beta}_s = \arg \min_{\beta} \hat{\sigma}_s(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$$

dengan $\hat{\sigma}_s(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$ didefinisikan sebagai solusi dari

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_B \left(\frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_s} \right) = K \quad (2.10)$$

dimana K didapatkan dari hasil $E_{\Phi}[\rho_B]$, Φ merupakan normal standar. Jika diperoleh lebih dari satu solusi untuk persamaan (2.10), $\hat{\sigma}_s(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n) = \sup\{\hat{\sigma}_s; (1/n) \sum \rho_B(\varepsilon_i / \hat{\sigma}_s) = K\}$. Jika tidak ada solusi, maka $\hat{\sigma}_s(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n) = 0$. Fungsi ρ_B untuk *Tukey Bisquare* didefinisikan pada persamaan (2.11) berikut.

$$\rho_B(u_i) = \begin{cases} \frac{u_i^2}{2} - \frac{u_i^4}{2c^2} - \frac{u_i^6}{6c^4}, & |u_i| \leq c \\ \frac{c^2}{6}, & |u_i| > c \end{cases} \quad (2.11)$$

dengan $u_i = \frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_s}$ dan $c = 1,547$ yang menunjukkan *breakdown point* tertinggi dari *S-estimation* yaitu 50%. Penyelesaian diperoleh dengan melakukan diferensiasi pada β menjadi :

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \psi_B \left(\frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_s} \right) = 0, i = 1, \dots, n \quad (2.12)$$

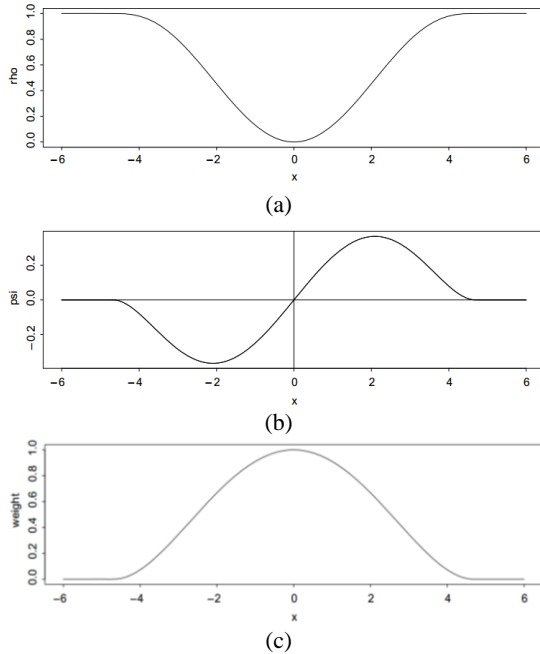
dengan ψ_B adalah fungsi bagi derivatif ρ_B terhadap u_i seperti pada persamaan (2.13) berikut.

$$\psi_B(u_i) = \rho'_B(u_i) = \begin{cases} u_i \left[1 - \left(\frac{u_i}{c} \right)^2 \right]^2, & |u_i| \leq c \\ 0, & |u_i| > c \end{cases} \quad (2.13)$$

Persamaan (2.12) dapat diselesaikan menggunakan metode *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS), dimana fungsi pembobot w_i iterasi awal dihitung dengan persamaan (2.14).

$$w_i(u_i) = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{u_i}{c} \right)^2 \right]^2, & |u_i| \leq c \\ 0, & |u_i| > c \end{cases} \quad (2.14)$$

Kurva fungsi ρ (ρ_B), ψ (ψ_B), dan pembobot ($weight$) Tukey Bisquare untuk $x = u_i$ dapat dilukiskan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 (a) Fungsi Rho , (b) Psi , dan (c) $Weight$ untuk Tukey Bisquare
Sumber : Maronna, Martin, & Yohai, 2006

Langkah-langkah S -estimation disajikan pada algoritma berikut :

1. Memilih $estimator$ awal $\beta^{(0)}$ melalui metode OLS.
2. Pada iterasi ke- t , dihitung residual $\varepsilon_i^{(t-1)} = y_i - x_i \beta^{(t-1)}$, skala $\hat{\sigma}_s^{(t-1)}$, dan residual terstandarisasi $u_i^{(t-1)} = \frac{\varepsilon_i^{(t-1)}}{\hat{\sigma}_s^{(t-1)}}$.
3. Menghitung pembobot $w_i^{(t-1)} = \frac{\psi_B(u_i^{(t-1)})}{u_i^{(t-1)}}$.

4. Menghitung *estimator* kuadrat terkecil terboboti $\hat{\beta}_s$ menggunakan bobot pada langkah ke-3:

$$\beta_s^{(t)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(t-1)} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(t-1)} \mathbf{Y}$$

5. Mengulang kembali langkah 2-4 hingga diperoleh nilai $\hat{\beta}_s$ yang konvergen atau $|\hat{\beta}_j^{(t)} - \hat{\beta}_j^{(t-1)}|$ cukup kecil atau sama dengan 0 untuk $j = 0, 1, 2, \dots, k$.
6. Menentukan variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Sebagai ilustrasi, dilakukan perhitungan $\hat{\beta}_s$ untuk iterasi ke-1 menggunakan data yang disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Data Ilustrasi

No	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1.	69,254	503,75	275,25	55	174,5
2.	68,676	267,25	404	213,25	242,5
3.	21,778	210,75	289,5	310	387,25
4.	51,309	181,5	10	0	1
5.	54,566	108,25	89,5	14	1,25
6.	18,396	14	91,25	287	540,5

Dari data di atas, diperoleh nilai $\beta^{(0)}$ hasil regresi OLS yaitu $\beta_0 = 54,374$; $\beta_1 = -0,058$; $\beta_2 = 0,186$; $\beta_3 = -0,311$; dan $\beta_4 = 0,067$. Perhitungan σ_s untuk iterasi pertama menggunakan data residual pemodelan OLS (ε_i) pada Tabel 2.2 yaitu :

$$\begin{aligned} \sigma_s &= 2 * \text{median}\{|\varepsilon_i|, i = 1, 2, \dots, 6\} \\ &= 2 * \text{median}\{1,722; 4,742; \dots; 1,065\} \\ &= 2 * 4,209 = 8,418 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan ε_i , u_i , $\psi_B(u_i)$, dan w_i untuk iterasi awal sesuai dengan langkah 2-3, yang disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai Residual (ε_i), Residual Terstandarisasi (u_i), $\psi_B(u_i)$, dan Pembobot (w_i) dari Data Ilustrasi untuk Iterasi Awal

No.	ε_i	u_i	$\psi_B(u_i)$	w_i
1.	-1,722	-0,205	-0,197	0,965
2.	4,742	0,563	0,424	0,752

Tabel 2.2 Nilai Residual (ε_i), Residual Terstandarisasi (u_i), $\psi_B(u_i)$, dan Pembobot (w_i) dari Data Ilustrasi untuk Iterasi Awal (Lanjutan)

No.	ε_i	u_i	$\psi_B(u_i)$	w_i
3.	-3,675	-0,437	-0,370	0,847
4.	5,516	0,655	0,441	0,673
5.	-5,926	-0,704	-0,443	0,629
6.	1,065	0,126	0,125	0,987

Berdasarkan Tabel 2.2 di atas, maka matriks pembobot untuk perhitungan $\hat{\beta}_s$ iterasi ke-1 pada langkah 4 adalah:

$$\mathbf{W}^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,965 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,752 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,847 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,673 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,629 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,987 \end{bmatrix}_{(6 \times 6)}$$

dengan matriks perhitungan $\hat{\beta}_s$ untuk iterasi pertama yaitu:

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_s^{(1)} &= (\mathbf{X}_{(5 \times 6)}^T \mathbf{W}_{(6 \times 6)}^{(0)} \mathbf{X}_{(6 \times 5)})^{-1} \mathbf{X}_{(5 \times 6)}^T \mathbf{W}_{(6 \times 6)}^{(0)} \mathbf{Y}_{(6 \times 1)} \\ &= \begin{bmatrix} 55,3257 \\ -0,0647 \\ 0,1931 \\ -0,3238 \\ 0,0713 \end{bmatrix}_{(5 \times 1)} \end{aligned}$$

Jadi, diperoleh nilai $\hat{\beta}_s$ untuk iterasi ke-1 adalah $\beta_0 = 55,3257$; $\beta_1 = -0,0647$; $\beta_2 = 0,1931$; $\beta_3 = -0,3238$; dan $\beta_4 = 0,0713$.

2.8 MM-Estimation

Prosedur MM-estimation adalah mengestimasi parameter regresi menggunakan S-estimation yang meminimumkan skala residual dari M-estimation dan kemudian diteruskan dengan M-estimation. Persamaan dari MM-estimation adalah :

$$\hat{\beta}_{MM} = \arg \min_{\beta} \sum_{i=1}^n \rho_B \left(\frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_s} \right)$$

MM-estimation bertujuan untuk mendapatkan nilai taksiran dengan nilai *breakdown* tinggi dan lebih efisien. Langkah-langkah estimasi parameter pada MM-estimation adalah sebagai berikut:

1. Menghitung *estimator* awal $\hat{\beta}_{i,0}$ dan $\varepsilon_{i,0}$ dengan menggunakan S-estimation (*high breakdown point*).
2. Menentukan *estimator* skala $\hat{\sigma}_s$ dari nilai residual $\varepsilon_{i,0}$ yang diperoleh pada langkah 1.
3. Menghitung pembobot awal $w_{i,0} = \frac{\psi_B(\varepsilon_{i,0}^*)}{\varepsilon_{i,0}^*}, \varepsilon_i^* = \varepsilon_i / \hat{\sigma}_s$,

dan $w_{i,0}$ dihitung sesuai fungsi *Tukey Bisquare*.

4. Menghitung *estimator* kuadrat terkecil terboboti $\hat{\beta}_{MM}$ menggunakan nilai pembobot pada langkah 3:

$$\beta_{MM}^{(l)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(l-1)} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(l-1)} \mathbf{Y}$$

dengan $\mathbf{W}^{(l-1)}$ merupakan matriks diagonal dengan elemen diagonalnya adalah $w_{i,l-1}$. Sehingga estimasi parameter pada iterasi pertama (nilai $l = 1$) menggunakan $\varepsilon_{i,0}$ dan $w_{i,0}$

5. Mengulangi langkah 2-4 hingga didapatkan $\hat{\beta}_{MM}$ yang konvergen (selisih $\hat{\beta}_{MM}^{(l-1)}$ dan $\hat{\beta}_{MM}^{(l)}$ mendekati 0), dengan l adalah banyaknya iterasi.

2.9 Luas Panen Padi dan Curah Hujan

Luas panen adalah luas tanaman yang dipungut hasilnya setelah tanaman tersebut cukup umur. Dalam hal ini termasuk tanaman yang hasilnya hanya bisa dipetik sebagian saja (lebih besar dari 11 persen terhadap total produksi). Hasil yang tidak maksimal dalam panen dapat disebabkan karena mendapat serangan organisme pengganggu tumbuhan atau bencana alam. Data luas lahan termasuk data pokok yang dikumpulkan untuk

bahan perhitungan produksi padi selain produktivitas. Perhitungan produksi padi secara nasional dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) yang bekerjasama dengan Kementerian Pertanian setiap 4 bulan sekali selama satu tahun (BPS, 2016).

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, *runoff*, dan infiltrasi (penguapan). Jadi, jumlah curah hujan yang diukur sebenarnya adalah tebalnya atau tingginya permukaan air hujan yang menutupi suatu daerah luasan di permukaan bumi/tanah. Satuan curah hujan yang umumnya dipakai oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) adalah millimeter (mm). Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 (satu) milimeter atau tertampung air sebanyak 1 (satu) liter atau 1000 ml (Yoheser, 2014).

Permasalahan sektor pertanian, khususnya padi sawah tadah hujan tidak terlepas dari adanya variabilitas iklim, terutama variabilitas curah hujan. Curah hujan yang baik rata-rata 200 mm per bulan atau lebih dengan distribusi selama 4 bulan, curah hujan yang dikehendaki per tahun sekitar 1500-2000 mm (Yulianto & Sudibiyakto, 2012).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi BPS Provinsi Jawa Timur dan BMKG berupa data luas panen padi per periode dan curah hujan bulanan di 5 kabupaten di Jawa Timur. Data curah hujan diperoleh dari hasil rata-rata curah hujan bulanan pada 4 stasiun pengukuran hujan di setiap kabupaten (Tabel 3.1). Data penelitian terdiri atas 15 pengamatan dengan periode tahun 1997-2011. Pada pemodelan regresi robust *S-estimation* dan *MM-estimation*, data *in sample* berupa data tahun 1997-2010 dan sebagai data *out sample* yaitu data tahun 2011. Analisis penelitian menggunakan *software* Minitab dan SAS.

Tabel 3.1 Empat Stasiun Pengukuran Hujan per Kabupaten

Kabupaten	Stasiun Pengukuran Hujan	
Jember	- Sukowono	- Ledokombo
	- Ajung	- Pakusari
Banyuwangi	- Kawahijen	- Bajuklmati
	- Pasewaran	- Kabat
Ngawi	- Mantingan	- Ngale
	- Krangjati	- Walikukum
Bojonegoro	- Dander	- Klepek
	- Jatiblimbing	- Kedungadem
Lamongan	- Lamongan	- Mantup
	- Babat	- Brondong

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data luas panen padi (Ha) per periode dan curah hujan (mm). Berikut variabel penelitian yang digunakan dan contoh struktur data penelitian untuk periode 1 (Januari-April) yang disajikan dalam Tabel 3.2 dan 3.3.

Tabel 3.2 Variabel Penelitian

Periode	Variabel	Keterangan
1 (Jan - Apr)	LP ₁	Luas Panen Padi Periode 1
	CH ₁	Curah Hujan Bulan Januari
	CH ₂	Curah Hujan Bulan Februari
	CH ₃	Curah Hujan Bulan Maret
	CH ₄	Curah Hujan Bulan April
2 (Mei - Agust)	LP ₂	Luas Panen Padi Periode 2
	CH ₅	Curah Hujan Bulan Mei
	CH ₆	Curah Hujan Bulan Juni
	CH ₇	Curah Hujan Bulan Juli
	CH ₈	Curah Hujan Bulan Agustus
3 (Sep - Des)	LP ₃	Luas Panen Padi Periode 3
	CH ₉	Curah Hujan Bulan September
	CH ₁₀	Curah Hujan Bulan Oktober
	CH ₁₁	Curah Hujan Bulan November
	CH ₁₂	Curah Hujan Bulan Desember

Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian pada Periode 1

Tahun	LP₁	CH₁	...	CH₄
1997	LP _{1,1}	CH _{1,1}	...	CH _{1,4}
1998	LP _{2,1}	CH _{2,1}	...	CH _{2,4}
1999	LP _{3,1}	CH _{3,1}	...	CH _{3,4}
2000	LP _{4,1}	CH _{4,1}	...	CH _{4,4}
2001	LP _{5,1}	CH _{5,1}	...	CH _{5,4}
2002	LP _{6,1}	CH _{6,1}	...	CH _{6,4}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	LP _{15,1}	CH _{15,1}	...	CH _{15,4}

Model yang disusun terdiri atas tiga model luas panen sesuai dengan periode yang disusun oleh BPS yaitu :

- a. Model Luas Panen Periode 1 (Januari - April) :

$$LP_1 = \beta_0 + \beta_1 CH_1 + \beta_2 CH_2 + \beta_3 CH_3 + \beta_4 CH_4 + \varepsilon_1$$

- b. Model Luas Panen Periode 2 (Mei - Agustus) :

$$LP_2 = \beta_0 + \beta_1 CH_5 + \beta_2 CH_6 + \beta_3 CH_7 + \beta_4 CH_8 + \varepsilon_2$$

- c. Model Luas Panen Periode 3 (September - Desember) :

$$LP_3 = \beta_0 + \beta_1 CH_9 + \beta_2 CH_{10} + \beta_3 CH_{11} + \beta_4 CH_{12} + \varepsilon_3$$

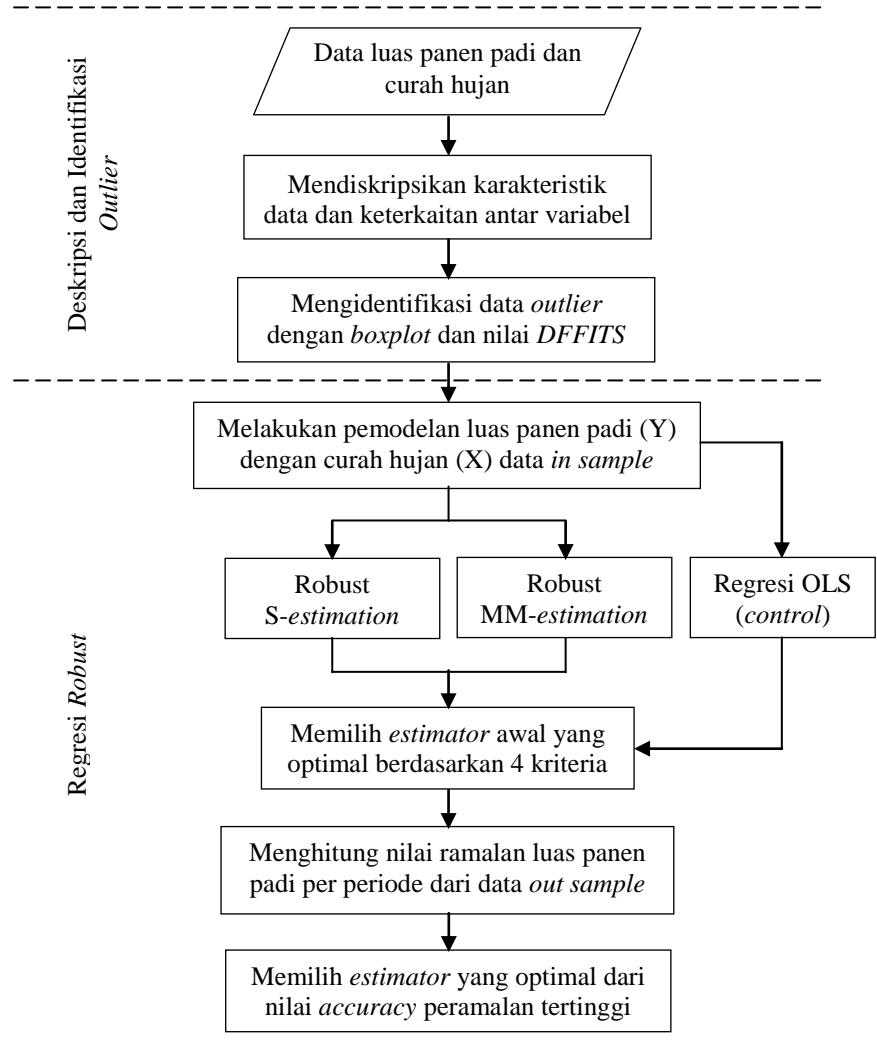
3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik data curah hujan dan luas panen padi dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Mendeskripsikan karakteristik data luas panen padi per periode dan curah hujan per bulan.
 - b. Mengidentifikasi pola hubungan dan analisis korelasi antar kedua variabel untuk menjawab tujuan pertama.
2. Melakukan identifikasi *outlier* secara visual untuk setiap variabel dengan *boxplot* dan secara statistik untuk data residual regresi OLS menggunakan nilai *DFFITs*.
3. Melakukan pemodelan luas panen padi dengan pendekatan regresi robust untuk menjawab tujuan kedua dengan langkah-langkah berikut.
 - a. Menyusun model regresi luas panen padi (Y) dengan curah hujan (X) dari data *in sample* menggunakan regresi OLS sebagai *control*.
 - b. Menyusun model regresi luas panen padi (Y) dengan curah hujan (X) dari data *in sample* menggunakan regresi robust *S-estimation*.
 - c. Menyusun model regresi luas panen padi (Y) dengan curah hujan (X) dari data *in sample* menggunakan regresi robust *MM-estimation*.
 - d. Memilih *estimator* optimal awal antara *S-estimation* dan *MM-estimation* berdasarkan empat kriteria (nilai *R-square*, *s*, jumlah variabel signifikan, dan *outlier* residual regresi robust).
 - e. Melakukan peramalan luas panen padi per periode dari data *out sampel* untuk ketiga metode pemodelan dan menghitung persentase ketepatan hasil ramalan untuk pemilihan *estimator* optimal.

3.4 Diagram Alir Analisis Data

Diagram alir analisis data dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Data

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan beberapa hal yang dilakukan untuk menjawab tujuan dalam penelitian ini. Hal-hal yang akan dibahas meliputi deskripsi pola hubungan curah hujan dengan luas panen padi di sentra produksi padi Jawa Timur, identifikasi *outlier* menggunakan *boxplot* dan nilai *DFITS*, serta pemodelan luas panen padi dan curah hujan bulanan menggunakan regresi robust. Pemodelan luas panen padi dimulai dari menyusun model regresi OLS (*control*), robust *S-estimation*, dan robust *MM-estimation* dari data *in sample*, serta memilih *estimator* regresi robust yang optimal dengan 4 kriteria dan *accuracy* peramalan luas panen padi per periode untuk data *out sample*. Pembahasan dilakukan secara detail untuk Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi sebagai dua kabupaten dengan luas panen padi tertinggi, serta diberikan *summary* analisis di bagian akhir untuk kelima kabupaten yang menjadi sentra produksi padi Jawa Timur.

4.1 Deskripsi dan Identifikasi Outlier

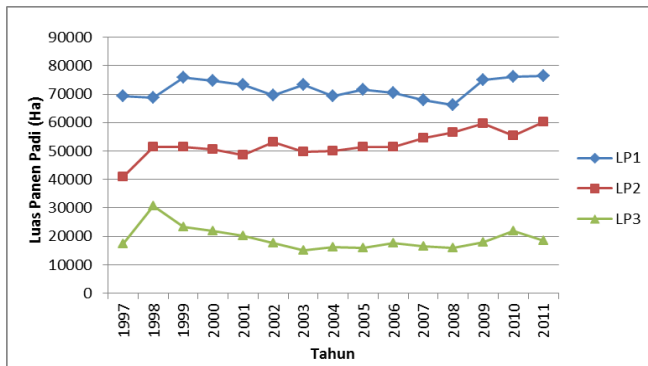
4.1.1 Deskripsi Data Curah Hujan dan Luas Panen Padi

Data luas panen padi per periode tahun 1997-2011 dideskripsikan dengan *line chart* yang membandingkan ketiga periode dan statistika deskriptif berupa nilai *mean*, simpangan baku (*StDev*), serta nilai minimum dan maksimum. Rata-rata curah hujan bulanan dideskripsikan menggunakan *bar chart*. Pola hubungan antara curah hujan dan luas panen padi dideskripsikan dengan *scatterplot* dan tabel koefisien korelasi.

a. Kabupaten Jember

Kabupaten Jember menjadi daerah dengan potensi produksi padi yang tertinggi di Jawa Timur tahun 2011 yaitu mencapai 7,7 persen. Hal ini dikarenakan Kabupaten Jember memiliki luas panen padi terbesar meskipun produktivitas padi sebesar 52,45 ku/ha masih berada di bawah rata-rata Jawa Timur yaitu 54,89 ku/ha. Luas panen padi di Kabupaten Jember per periode tahun

1997-2011 memiliki perbedaan luas panen yang cukup signifikan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember

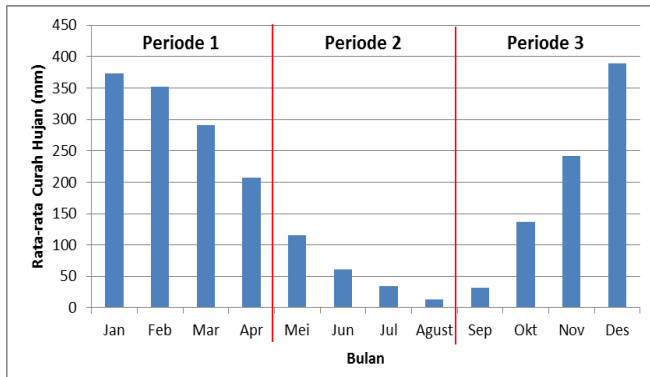
Luas panen padi pada periode 1 (Januari-April) lebih tinggi dibandingkan periode 2 (Mei-Agustus) dan periode 3 (September-Desember). Luas panen padi periode 1 selama tiga tahun terakhir cenderung mengalami peningkatan dibandingkan kedua periode, tetapi peningkatan yang paling besar dari tahun 1997 sampai 2011 terjadi pada periode 2. Artinya, ada kemungkinan periode 2 dapat menjadi periode yang efektif untuk menanam padi seperti periode 1 jika dilihat dari luas panen padi yang diperoleh.

Tabel 4.1 Rata-rata, Simpangan Baku, Minimum, dan Maksimum Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember

Variabel	Mean	StDev	Minimum	Maksimum
LP1	71844	3361	66156	76496
LP2	52328	4715	40842	60215
LP3	19089	4021	15143	30647

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata luas panen padi tertinggi di Kabupaten Jember terjadi pada periode 1, dimana luas panen tertinggi pada tahun 2011 dan terendah terjadi tahun 2008. Besarnya peningkatan luas panen padi pada periode 2 ditunjukkan oleh selisih nilai maksimum dan minimum atau *range* data yang paling besar yaitu 10340 dengan luas panen tertinggi pada tahun 2015 dan luas panen terendah terjadi tahun 1997. Jika dikaitkan

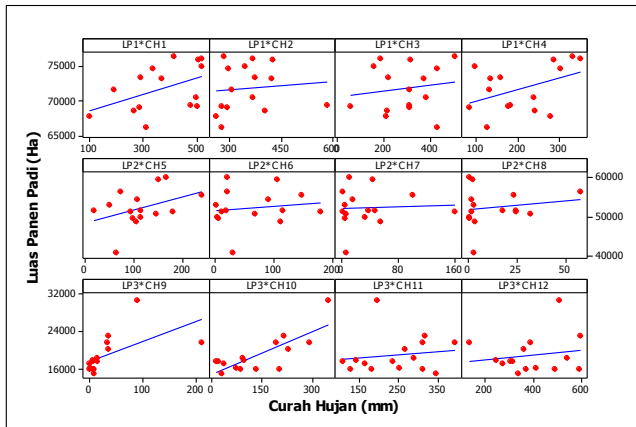
dengan rata-rata curah hujan bulanan yang mewakili deskripsi curah hujan, tingginya luas panen padi pada periode 1 dapat terjadi karena rata-rata curah hujan yang semakin menurun dari bulan Januari sampai April (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Rata-rata Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Jember

Rata-rata curah hujan bulanan memiliki pola menurun untuk periode 1 dan 2, sedangkan periode 3 memiliki pola curah hujan yang meningkat. Curah hujan yang lebih tinggi pada awal masa tanam seperti bulan Januari dapat mendukung pertumbuhan padi, dimana menurut Subagyo dkk (2005) dan Ibrahim (2008) kebutuhan air untuk tanaman padi lebih banyak pada fase vegetatif tanaman padi yang berperan penting untuk pembentukan anakan padi. Rata-rata curah hujan yang masih berada di atas 200 mm pada bulan Maret dapat mendukung fase awal pemasakan dan curah hujan bulan April dengan rata-rata lebih rendah dapat mencegah terjadinya kegagalan panen. Kecenderungan pola curah hujan yang sama juga terjadi periode 2, sedangkan pada periode 3 memiliki rata-rata curah hujan yang semakin meningkat.

Keterkaitan antara variabel curah hujan dan luas panen padi di Kabupaten Jember menunjukkan pola hubungan linier positif pada setiap periodenya (Gambar 4.3). Besarnya gradien pada garis linier antara luas panen padi dengan curah hujan menunjukkan kuatnya pengaruh curah hujan terhadap luas panen padi yang diperoleh.



Gambar 4.3 Scatterplot Curah Hujan dan Luas Panen Padi Kabupaten Jember

Garis linier pada sebagian besar hubungan luas panen padi dengan curah hujan yang cenderung membentuk garis horizontal menunjukkan lemahnya hubungan antara curah hujan terhadap luas panen padi per periode di Kabupaten Jember, sedangkan garis linier yang cenderung ke kanan atas pada beberapa hubungan luas panen padi dengan curah hujan menunjukkan keterkaitan curah hujan dengan luas panen padi yang besar. Pada *scatterplot* antara curah hujan dengan luas panen, dapat dilihat adanya data *outlier* berdasarkan titik/*plot* yang berada jauh dari sekumpulan data, seperti *scatterplot* antara luas panen periode 3 dengan curah hujan. Data *outlier* tersebut menunjukkan tingginya luas panen padi di Kabupaten Jember tahun 1998 ketika curah hujan pada fase vegetatif rendah (0-100 mm), fase generatif tinggi (301-400 mm), dan fase pemasakan sedang (101-300 mm). Jika dibandingkan dengan rata-rata curah hujan bulanan, curah hujan fase vegetatif dan generatif pada periode 3 tahun 1998 tergolong di atas normal, sedangkan curah hujan pada fase pemasakan tergolong di bawah normal. Tingginya luas panen padi pada periode 3 tahun 1998 dapat terjadi karena fenomena iklim yaitu La Nina setelah kejadian El Nino selama ± 10 bulan dan krisis ekonomi (Irawan, 2006). Hal ini menjadi salah satu bukti bahwa

fenomena anomali iklim memiliki pengaruh yang signifikan terhadap dinamika produksi padi.

Data *outlier* pada *scatterplot* sangat berpengaruh pada arah dan kuatnya hubungan antar kedua variabel. Jika data yang diduga *outlier* dihilangkan, maka hubungan antar variabel bisa menjadi lebih kuat atau terjadi perubahan pola keterkaitan antar variabel dari hubungan linier positif menjadi hubungan linier negatif. Ketika data luas panen periode 3 tahun 1998 dan curah hujan bulan September-Desember 1998 yang diduga *outlier* dihilangkan, keterkaitan antara curah hujan bulan November dengan luas panen padi periode 3 lebih tinggi dan keterkaitan antara curah hujan bulan Desember dengan luas panen padi periode 3 membentuk pola hubungan linier negatif.

Tabel 4.2 Koefisien dan P-value Korelasi Pearson dan Tau-Kendall antara Luas Panen Padi dengan Curah Hujan di Kab. Jember

Variabel		Pearson		Tau-Kendall	
		Koef	P-value	Koef	P-value
LP1	CH1	0,459	0,085	0,429*	0,026
	CH2	0,105	0,711	0,181	0,347
	CH3	0,144	0,608	0,115	0,552
	CH4	0,427	0,113	0,295	0,125
LP2	CH5	0,397	0,143	0,219	0,255
	CH6	0,134	0,635	0,124	0,520
	CH7	0,061	0,830	0,000	1,000
	CH8	0,169	0,548	0,059	0,765
LP3	CH9	0,569*	0,027	0,581**	0,003
	CH10	0,784**	0,001	0,371	0,054
	CH11	0,146	0,604	0,181	0,347
	CH12	0,172	0,539	0,029	0,882

*) signifikan pada taraf nyata 5%, **) signifikan pada taraf nyata 1%

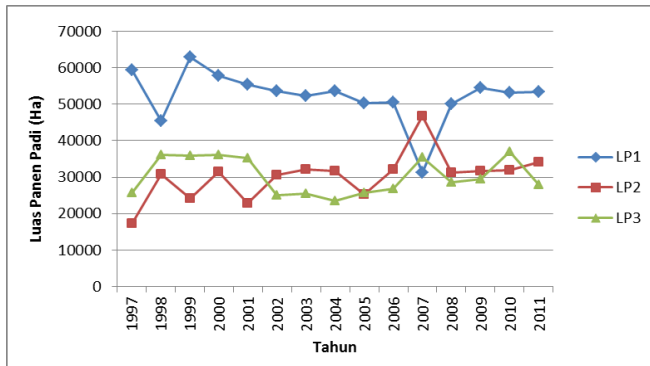
Lemahnya hubungan antara luas panen padi dan curah hujan dapat dilihat dari beberapa titik pengamatan yang menyebar acak atau rendahnya nilai koefisien korelasi Pearson dan Tau Kendall (Tabel 4.2). Luas panen padi di Kabupaten Jember tidak memiliki hubungan linier dengan sebagian besar curah hujan (pada $\alpha = 5\%$). Analisa hubungan antara luas panen padi per

periode dan curah hujan dengan korelasi Pearson menghasilkan adanya keterkaitan hubungan antara luas panen periode 3 dengan curah hujan bulan September dan Oktober, sedangkan analisa hubungan dengan korelasi Tau Kendall menunjukkan keeratan hubungan antara luas panen periode 1 dengan curah hujan bulan Januari dan keeratan hubungan antara luas panen periode 3 dengan curah hujan bulan September.

Keeratan hubungan antara curah hujan periode 3 dengan curah hujan dua bulan dapat terjadi karena fenomena El Nino pada periode 3 tahun 1997 (Irawan, 2006), dimana curah hujan saat itu berada di bawah normal dan menyebabkan terjadinya luas panen padi terendah sebesar 17209 Ha. Hal ini menunjukkan bahwa luas panen padi yang diperoleh berhubungan dengan curah hujan pada awal penanaman. Hubungan antara luas panen padi dan curah hujan yang rendah, misal pada periode 2 dapat terjadi karena peningkatan faktor produksi yang dirangsang oleh krisis ekonomi yang diawali oleh jatuhnya nilai rupiah pada bulan Agustus 1997 dan fenomena awal El Nino dengan anomali suhu permukaan laut yang belum melebihi 1,5 pada bulan Mei dan Juni (Irawan, 2006).

b. Kabupaten Banyuwangi

Kabupaten Banyuwangi menjadi daerah dengan potensi produksi padi tertinggi kedua di Jawa Timur tahun 2011 yaitu mencapai 6,6 persen. Hal ini dikarenakan Kabupaten Banyuwangi termasuk dalam lima besar kabupaten dengan luas panen padi terbesar yaitu pada urutan ke-4 dengan tingkat produktivitas padi jauh di atas rata-rata tingkat produktivitas Jawa Timur yaitu 60,28 ku/Ha. Luas panen padi per periode di Kabupaten Banyuwangi pada tahun 1997-2011 cenderung berubah-ubah/fluktuatif setiap tahunnya (Gambar 4.4). Urutan besar luas panen dari ketiga kategori per tahun cenderung berbeda, seperti yang terjadi antara periode 2 dan 3. Sebagian besar luas panen padi di Kabupaten Banyuwangi pada periode 1 (Januari-April) bernilai lebih tinggi dibandingkan periode 2 (Mei-Agustus) dan periode 3 (September-Desember).



Gambar 4.4 Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi

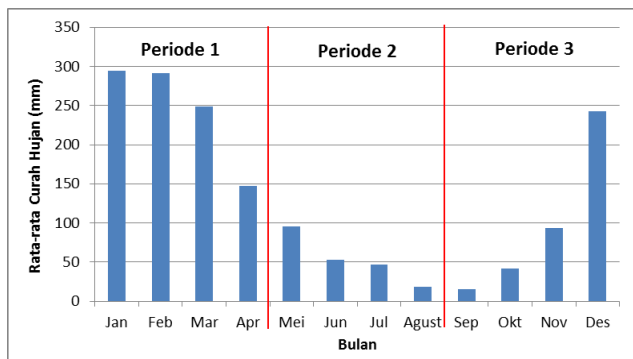
Range luas panen yang cukup tinggi pada periode 1 dan 2 terjadi karena besarnya peningkatan dan penurunan luas panen padi pada beberapa tahun, misalnya kondisi luas panen pada tahun 2007. Di Kabupaten Banyuwangi, luas panen periode 1 tidak cukup stabil pada tahun 1999 dan 2007, kestabilan luas panen terjadi pada periode 3. Pada periode 2, luas panen padi fluktuatif dan cenderung meningkat dilihat dari luas panen terendah tahun 1997 dan peningkatan luas panen selama 4 tahun terakhir.

Penurunan signifikan luas panen padi pada periode 1 tahun 2007 dapat disebabkan oleh luas area kekeringan kumulatif bulan Januari 2007 yang lebih tinggi dibandingkan tahun lainnya (Amalo, 2016). Pada tahun 2007 terjadi kondisi iklim global yang unik, kejadian La Nina di Samudera Pasifik yang berpadu dengan kejadian positif IOD (pIOD) di Samudera Hindia menyebabkan kekeringan. Kejadian pIOD memberikan dampak kekeringan di Pulau Jawa hingga akhir Oktober, sedangkan La Nina memberikan kontribusi terjadinya hujan di sebagian besar wilayah timur Indonesia (Iskandar, 2017). Hal ini dapat memicu terjadinya penurunan dan peningkatan luas panen pada tahun yang sama untuk periode berbeda seperti yang terjadi di Kabupaten Banyuwangi yang terletak di ujung paling timur pulau Jawa dan berbatasan langsung dengan selat Bali di timur.

Tabel 4.3 Rata-rata, Simpangan Baku, Minimum, dan Maksimum Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi

Variabel	Mean	StDev	Minimum	Maksimum
LP1	52215	7164	31184	62856
LP2	30282	6509	17198	46836
LP3	30297	5029	23549	37099

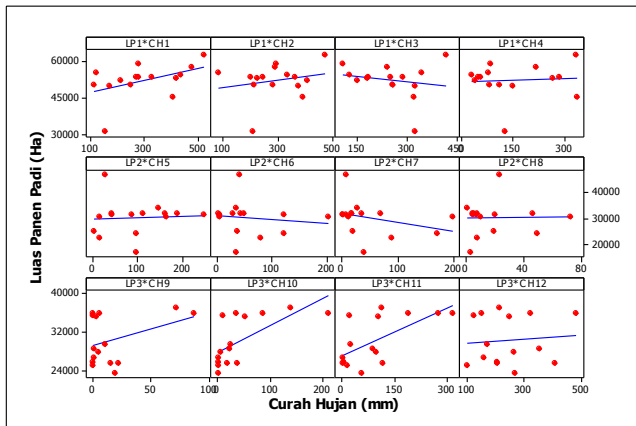
Tabel 4.3 menunjukkan kesamaan efektifitas penanaman padi antara periode 2 dan 3 berdasarkan rata-rata luas panen padi yang sama besar. Simpangan baku luas panen padi yang cukup besar menunjukkan ketidakstabilan luas panen setiap periodenya yang ditandai oleh terjadinya kenaikan dan penurunan luas panen yang terlalu tajam hingga puluhan ribu hektar. Pada periode 1, simpangan baku yang tinggi terjadi karena kenaikan tajam luas panen padi tahun 1999 sebagai nilai maksimum dan penurunan tajam luas panen padi tahun 2007 sebagai nilai minimum. Peningkatan dan penurunan luas panen padi yang signifikan secara berurutan pada periode 2 juga menyebabkan nilai simpangan baku yang besar. Rata-rata luas panen padi pada periode 1 yang lebih tinggi dibandingkan periode lain dapat terjadi karena rata-rata curah hujan bulanan di Kabupaten Banyuwangi pada awal musim tanam (Januari) lebih tinggi untuk pembentukan anakan padi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rata-rata Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Banyuwangi

Rata-rata curah hujan yang masih berada di atas 200 mm pada bulan Maret dapat mendukung fase awal pemasakan dan

curah hujan bulan April dengan rata-rata lebih rendah dapat mencegah terjadinya kegagalan panen padi untuk penanaman pada periode 1. Rata-rata curah hujan bulanan periode 2 dan 3 yang sama-sama lebih rendah dari 100 mm membuat rata-rata luas panen padi keduanya cukup rendah. Tingginya rata-rata curah hujan bulan Desember membuat luas panen yang dihasilkan tidak cukup besar. Pola hubungan antara variabel curah hujan dan luas panen padi di Kabupaten Banyuwangi menunjukkan pola hubungan yang beragam pada setiap periodenya, terutama yang terjadi pada periode 1 dan 2 (Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Scatterplot Curah Hujan dan Luas Panen Padi Kabupaten Banyuwangi

Pola hubungan antara luas panen dan curah hujan yang negatif yaitu antara curah hujan bulan Maret dengan luas panen periode 1, serta curah hujan bulan Juni dan Juli dengan luas panen periode 2. Selanjutnya, curah hujan yang terjadi pada penanaman padi periode 3 memiliki hubungan positif dengan luas panen padi yang dihasilkan. Garis linier hubungan luas panen padi dengan curah hujan yang mendekati garis horizontal seperti pada periode 1 dan 2 menunjukkan rendahnya keterkaitan curah hujan dengan luas panen padi di Kabupaten Banyuwangi, sedangkan garis linier yang cenderung ke kanan atas atau mendekati garis vertikal menunjukkan kuatnya hubungan curah hujan dengan luas

panen padi. Titik pengamatan yang menyebar acak pada gambar menunjukkan lemahnya hubungan linier kedua variabel. Adanya *outlier* berdasarkan letak titik pada *scatterplot* menunjukkan fenomena yang berbanding terbalik dengan teori, dimana curah hujan rendah pada fase generatif menghasilkan luas panen yang tinggi dan curah hujan rendah pada setiap fase menghasilkan luas panen yang tinggi.

Besarnya keterkaitan antara luas panen padi dan curah hujan secara kuantitatif dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi Pearson dan Tau Kendall, dimana koefisien yang rendah pada sebagian besar pasangan variabel menunjukkan hubungan antar variabel yang lemah (Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Koefisien dan P-value Korelasi Pearson dan Tau-Kendall antara Luas Panen Padi dengan Curah Hujan di Kab. Banyuwangi

Variabel		Pearson		Tau-Kendall	
		Koef	P-value	Koef	P-value
LP1	CH1	0,461	0,083	0,429*	0,026
	CH2	0,226	0,418	0,067	0,729
	CH3	-0,183	0,514	-0,219	0,255
	CH4	0,070	0,804	-0,105	0,586
LP2	CH5	0,066	0,814	0,219	0,255
	CH6	-0,131	0,641	-0,144	0,457
	CH7	-0,306	0,268	-0,287	0,137
	CH8	0,037	0,896	-0,096	0,620
LP3	CH9	0,372	0,172	0,039	0,841
	CH10	0,669**	0,006	0,638**	0,001
	CH11	0,638*	0,011	0,402*	0,037
	CH12	0,095	0,735	0,019	0,921

*) signifikan pada taraf nyata 5%, **) signifikan pada taraf nyata 1%

Sebagian besar curah hujan bulanan yang terjadi di Kabupaten Banyuwangi tidak memiliki hubungan linier dengan luas panen padi per periode (pada $\alpha = 5\%$). Analisa hubungan antara luas panen padi per periode dan curah hujan menggunakan korelasi Pearson dan Tau Kendall menghasilkan adanya keterkaitan hubungan antara luas panen periode 3 dengan curah hujan bulan Oktober dan November, serta keeratan hubungan antara luas

panen periode 1 dengan curah hujan bulan Januari pada Tau-Kendall. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan yang terjadi pada fase vegetatif/pembentukan anakan (contoh : Januari), fase generatif/perkembangbiakan (contoh: Oktober), dan pemasakan (contoh : November) memiliki keterkaitan dengan besar luas panen padi.

c. Ringkasan 5 Kabupaten

Kabupaten yang menjadi sentra produksi padi Jawa Timur selain Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi adalah Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, dan Kabupaten Lamongan. Ketiga kabupaten tersebut masuk dalam lima besar daerah dengan luas panen padi tertinggi tahun 2011, namun Kabupaten Ngawi tidak masuk dalam daerah potensial padi di Jawa Timur karena produksi padi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan Kabupaten Pasuruan. Deskripsi luas panen padi per periode di 5 kabupaten menunjukkan karakteristik luas panen yang hampir sama (Tabel 4.5). Rata-rata luas panen padi periode 1 lebih tinggi dibandingkan periode 2 dan 3, serta terjadi peningkatan luas panen padi pada periode 2 dengan simpangan baku dan *range* data yang cukup besar.

Tabel 4.5 Karakteristik Luas Panen Padi per Periode di 5 Kabupaten

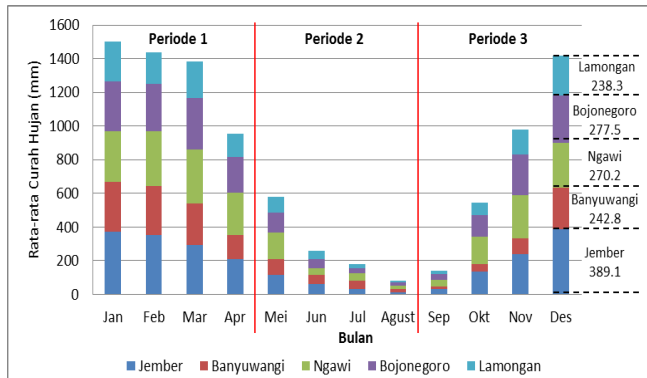
Kabupaten	Karakteristik Luas Panen Padi per Periode
Jember	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi pada periode 1 lebih tinggi dibandingkan periode 2 dan periode 3. - Peningkatan luas panen padi cenderung terjadi pada periode 2 dengan luas panen tertinggi tahun 2015 dan luas panen terendah tahun 1997.
Banyuwangi	<ul style="list-style-type: none"> - Sebagian besar luas panen padi pada periode 1 bernilai lebih tinggi dibandingkan periode 2 dan periode 3. - Kecenderungan luas panen padi yang meningkat terjadi pada periode 2 dilihat dari luas panen terendah tahun 1997 dan peningkatan luas panen selama 4 tahun terakhir.

Tabel 4.5 Karakteristik Luas Panen Padi per Periode di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Karakteristik Luas Panen Padi per Periode
Ngawi	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi periode 1 dan 2 saling berhimpit dengan rata-rata luas panen periode 2 yang hampir mendekati periode 1, sedangkan periode 3 memiliki luas panen padi terendah. - Peningkatan luas panen padi yang lebih besar cenderung terjadi pada periode 3 dengan nilai simpangan baku dan <i>range</i> data cukup besar.
Bojonegoro	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi pada periode 1 cenderung bernilai lebih tinggi dibandingkan periode 2 dan periode 3. - Kecenderungan luas panen padi yang meningkat terjadi pada periode 2 dilihat dari nilai simpangan baku dan <i>range</i> data terbesar.
Lamongan	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi pada periode 1 lebih tinggi dibandingkan periode 2 dan periode 3. - Peningkatan luas panen padi yang berkelanjutan terjadi pada periode 2 dengan luas panen tertinggi terjadi tahun 2009 dan terjadi penurunan selama 2 tahun terakhir.

Berdasarkan karakteristik luas panen padi dari 5 kabupaten, Kabupaten Ngawi memiliki karakteristik yang sedikit berbeda untuk luas panen padi yang cenderung mengalami peningkatan. Pada Kabupaten Ngawi, peningkatan luas panen cenderung terjadi pada periode 3 yang merupakan periode dengan luas panen terendah (Lampiran 2A dan 2B). Hal tersebut terlihat dari nilai simpangan baku luas panen periode 3 yang cukup besar, dimana luas panen terendah terjadi tahun 1997 dan tertinggi terjadi tahun 2010 dengan rata-rata luas panen padi sebesar 18122 Ha yang terpaut jauh di bawah kedua periode.

Rata-rata curah hujan kumulatif dari 5 kabupaten yang mempunyai pola yang sama seperti rata-rata curah hujan pada Kabupaten Jember (Gambar 4.2) dan Banyuwangi (Gambar 4.5). Tingginya intensitas curah hujan di 5 kabupaten terlihat pada bulan Januari-Maret dan Desember, sedangkan curah hujan yang rendah di 5 kabupaten terlihat pada bulan Juni-September (Lampiran 2C).



Gambar 4.7 Rata-rata Curah Hujan per Bulan di 5 Kabupaten

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan sedang terjadi pada fase vegetatif, generatif, dan pemasakan tanaman padi periode 1 yang membuat luas panen periode 1 lebih tinggi dibandingkan kedua periode karena jumlah kebutuhan air pada fase tersebut cukup tinggi untuk proses pembentukan anakan, perkembangbiakan, dan pematangan padi. Pada analisa hubungan antara curah hujan dan luas panen padi di 5 kabupaten, sebagian besar memiliki hubungan linier positif antar variabel (Tabel 4.6). Analisa korelasi menggunakan koefisien Pearson dan Tau-Kendall menghasilkan keterkaitan luas panen periode 1 dan 2 dengan curah hujan pada awal penanaman, serta keterkaitan periode 3 dengan curah hujan bulan September-November.

Tabel 4.6 Keterkaitan antara Curah Hujan dan Luas Panen Padi di 5 Kabupaten

Kabupaten	Curah Hujan Vs Luas Panen Padi
Jember	<ul style="list-style-type: none"> - Semua pasangan variabel curah hujan dengan luas panen padi memiliki hubungan linier positif. - Keterkaitan hubungan terjadi pada : <ol style="list-style-type: none"> 1. Luas panen periode 3 dengan curah hujan bulan September dan Oktober (Pearson) 2. Luas panen periode 1 dengan curah hujan bulan Januari dan luas panen periode 3 dengan curah hujan bulan September (Tau Kendall)

Tabel 4.6 Keterkaitan antara Curah Hujan dan Luas Panen Padi di 5 Kabupaten (Lanjutan)

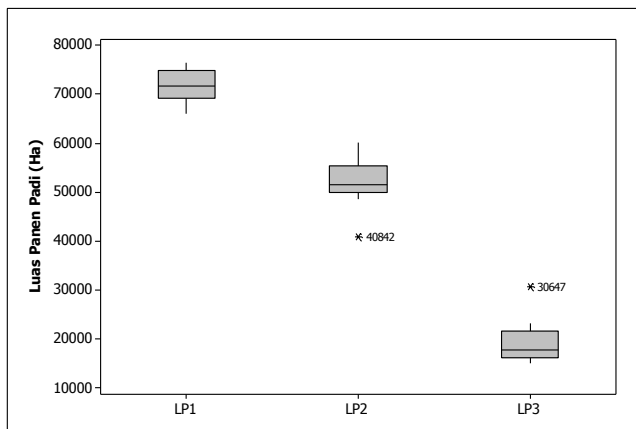
Kabupaten	Curah Hujan Vs Luas Panen Padi
Banyuwangi	<ul style="list-style-type: none"> - Hubungan linier negatif hanya terjadi antara curah hujan bulan Maret dengan luas panen padi periode 1, serta curah hujan bulan Juni dan Juli dengan luas panen periode 2. Selain itu antara luas panen dan curah hujan memiliki hubungan linier positif. - Keterkaitan hubungan terjadi pada : <ol style="list-style-type: none"> 1. Luas panen periode 3 dengan curah hujan bulan Oktober dan November (Pearson dan Tau Kendall) 2. Luas panen periode 1 dengan curah hujan bulan Januari (Tau Kendall)
Ngawi	<ul style="list-style-type: none"> - Hubungan linier negatif antara luas panen dan curah hujan terjadi pada 4 pasang variabel yang tersebar di setiap periode, sedangkan sekitar 70% pasangan memiliki hubungan linier positif. - Keterkaitan hubungan hanya terjadi pada luas panen periode 2 dengan curah hujan bulan Mei (Tau Kendall)
Bojonegoro	<ul style="list-style-type: none"> - Hubungan linier negatif hanya terjadi antara curah hujan bulan Februari dengan luas panen periode 1, selain itu antara luas panen dan curah hujan memiliki hubungan linier positif. - Keterkaitan hubungan terjadi pada luas panen periode 2 dengan curah hujan bulan Mei dan luas panen periode 3 dengan curah hujan bulan September (Pearson)
Lamongan	<ul style="list-style-type: none"> - Hubungan linier negatif antara luas panen dan curah hujan terjadi pada 3 pasang variabel yang berada pada periode 1 dan 3, sedangkan sekitar 75% pasangan memiliki hubungan linier positif. - Keterkaitan hubungan hanya terjadi pada luas panen periode 2 dengan curah hujan bulan Mei (Tau Kendall)

4.1.2 Identifikasi *Outlier*

Identifikasi *outlier* pada data luas panen padi dan curah hujan dilakukan sebagai pertimbangan penggunaan regresi robust. Identifikasi *outlier* yang dilakukan meliputi pemeriksaan secara visual dengan *boxplot* dan pemeriksaan secara statistik melalui nilai *DFITS* dari residual regresi OLS.

a. Kabupaten Jember

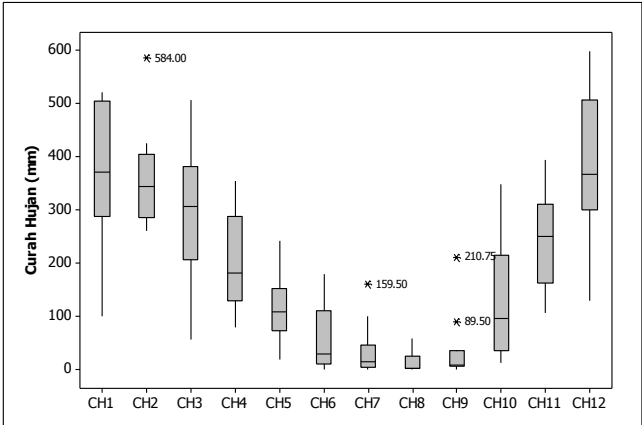
Pemeriksaan visual menggunakan *boxplot* untuk luas panen padi per periode di Kabupaten Jember menunjukkan bahwa terdapat masing-masing satu data luas panen periode 2 dan 3 yang dinyatakan *outlier* yaitu data luas panen padi tahun 1997 untuk periode 2 dan data luas panen padi tahun 1998 untuk periode 3 (Gambar 4.8). Hal tersebut memperlihatkan kondisi luas panen yang lebih baik pada periode 2 dan perolehan luas panen yang lebih rendah untuk periode 3.



Gambar 4.8 *Boxplot* Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember

Pada periode 1, tidak ada data luas panen padi yang *outlier* secara visual. Luas panen padi pada setiap periodenya menunjukkan perbedaan yang signifikan, dimana luas panen tertinggi terjadi pada periode 1. Selanjutnya, identifikasi *outlier* untuk data curah hujan menunjukkan adanya data *outlier* pada curah hujan bulan Februari, Juli, dan September (Gambar 4.9). Curah hujan yang

dinyatakan sebagai data *outlier* yaitu curah hujan bulan Februari 2002, Juli 1998, September 1998, dan September 2008. Curah hujan yang cukup beragam dilihat dari tinggi *boxplot*, terjadi pada bulan Januari, Maret, Oktober dan Desember. Artinya, kemungkinan curah hujan yang tidak stabil dapat terjadi pada keempat bulan tersebut.



Gambar 4.9 *Boxplot* Curah Hujan per Bulan di Kabupaten Jember

Pada identifikasi *outlier* secara statistik dengan nilai *DFFITs*, residual dinyatakan *outlier* jika $|DFFITs| > 1,026$. Tabel 4.7 menunjukkan bahwa terdapat residual data yang *outlier* pada setiap periodenya yaitu tiga pengamatan *outlier* pada periode 1 dan 3, serta satu pengamatan *outlier* pada periode 2. Pada periode 1 dan 3, residual yang dinyatakan *outlier* yaitu residual data tahun 1997, 2002, dan 2008 untuk periode 1, serta data pengamatan tahun 1998, 2008, dan 2010 untuk periode 3. Pengamatan yang dinyatakan *outlier* pada periode 2 yaitu data residual pada pengamatan tahun 2008.

Tabel 4.7 Nilai *DFFITs* Luas Panen Padi Kabupaten Jember

Periode	Pengamatan ke-	<i>DFFITs</i>
1	1	-1,51245
	6	-1,79593
	12	-1,31938

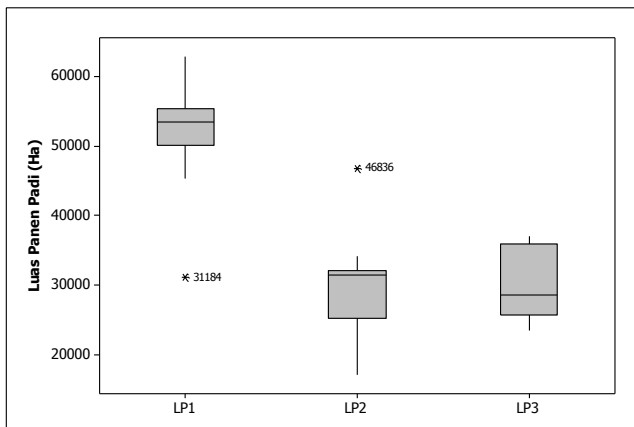
Tabel 4.7 Nilai *DFFITs* Luas Panen Padi Kabupaten Jember (Lanjutan)

Periode	Pengamatan ke-	<i>DFFITs</i>
2	12	1,78194
	2	2,98787
3	12	-1,31933
	14	-22,10959

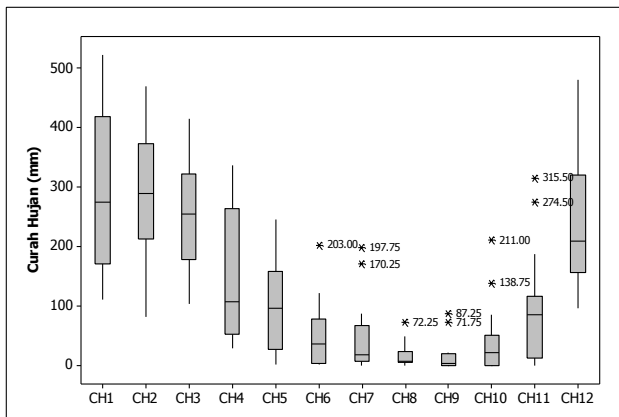
Jika dikaitkan dengan grafik *scatterplot* dan identifikasi *outlier* setiap variabel dengan *boxplot*, residual *outlier* untuk pengamatan ke-6 (2002) pada periode 1 terjadi karena curah hujan bulan Februari yang tinggi dan residual *outlier* untuk pengamatan ke-2 (1998) pada periode 3 terjadi karena luas panen dan curah hujan bulan September yang tinggi. Adanya *outlier* pada setiap periode dapat menjadi pertimbangan untuk menggunakan regresi robust dalam pemodelan luas panen padi Kabupaten Jember dengan *estimator* yang digunakan yaitu *S-estimation* dan *MM-estimation*.

b. Kabupaten Banyuwangi

Hasil identifikasi *outlier* untuk luas panen padi per periode di Kabupaten Banyuwangi menggunakan *boxplot* yaitu terdapat masing-masing satu data luas panen yang dinyatakan *outlier* pada periode 1 dan 2 (Gambar 4.10).

**Gambar 4.10** *Boxplot* Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi

Data luas panen yang *outlier* pada periode 1 dan 2 terjadi tahun 2007, dimana luas panen padi yang dihasilkan di Kabupaten Banyuwangi pada periode 1 sangat rendah dan terjadi peningkatan luas panen padi yang tinggi pada periode 2. Seperti pada penjelasan sebelumnya dalam Gambar 4.4, data *outlier* pada tahun 2007 dapat terjadi karena kombinasi fenomena pIOD dan La Nina. Luas panen padi pada setiap periode 1 menunjukkan perbedaan yang signifikan, sedangkan luas panen padi pada periode 2 dan 3 memiliki kesamaan atau saling beririsan. Identifikasi *outlier* untuk data curah hujan secara visual menggunakan *boxplot* menunjukkan bahwa terjadi *outlier* pada data curah hujan bulan Juni-November (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Boxplot Curah Hujan per Bulan di Kabupaten Banyuwangi

Data curah hujan yang *outlier* terjadi pada Juli 1999, September 2010, Oktober 2011, November 1999, dan Juni-November 1998. Data curah hujan yang *outlier* dapat terjadi karena fenomena La Nina yang cukup ekstrim pada Juli 1998-Maret 1999, November 1999-April 2000, 2010, dan 2011. Tingginya *boxplot* yang menandakan keragaman curah hujan terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret dan Desember. Identifikasi *outlier* berdasarkan nilai $|DFFITS|$ yang lebih besar dari 1,026 menunjukkan adanya data residual yang *outlier* pada setiap periodenya (Tabel 4.8). Kesamaan jumlah residual *outlier*

terjadi pada periode 1 dan 2, yaitu sebanyak tiga pengamatan. Pengamatan yang dinyatakan *outlier* pada kedua periode tersebut yaitu pengamatan tahun 1998, 2000, dan 2006 untuk periode 1, serta data pengamatan tahun 1999, 2004, dan 2006 untuk periode 3. Pada periode 3, terdapat 5 data residual yang dinyatakan *outlier* yaitu data residual pada pengamatan tahun 1997-1999, 2004, dan 2009.

Tabel 4.8 Nilai *DFITS* Luas Panen Padi Kabupaten Banyuwangi

Periode	Pengamatan ke-	<i>DFITS</i>
1	3	2,38347
	5	1,64411
	11	-2,13302
2	4	-1,92217
	9	-1,33022
	11	2,25741
3	2	-2,26003
	3	3,11147
	4	-1,35338
	9	-1,28681
	14	1,97655

Jika dikaitkan dengan grafik *scatterplot* dan identifikasi *outlier* setiap variabel dengan *boxplot*, residual *outlier* untuk pengamatan ke-11 (2007) pada periode 1 terjadi karena luas panen yang rendah, residual *outlier* untuk pengamatan ke-11 (2007) pada periode 2 terjadi karena luas panen yang tinggi, residual *outlier* untuk pengamatan ke-2, 3, dan 14 (1998, 1999, dan 2010) pada periode 3 terjadi karena curah hujan yang tinggi. Adanya *outlier* pada setiap periode dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam penggunaan regresi robust *S-estimation* dan *MM-estimation* untuk pemodelan luas panen padi di Kabupaten Banyuwangi.

c. Ringkasan 5 Kabupaten

Identifikasi *outlier* secara visual untuk data luas panen padi per periode dan curah hujan di Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, dan Kabupaten Lamongan (Lampiran 3A dan 3B)

menunjukkan adanya *outlier* pada luas panen Kabupaten Ngawi dan Bojonegoro, serta terdapat data curah hujan yang *outlier* pada beberapa bulan di setiap kabupaten. Berdasarkan *summary* hasil identifikasi *outlier* secara visual menggunakan *boxplot*, hampir semua kabupaten memiliki data luas panen padi yang dinyatakan *outlier* pada kedua periode kecuali Kabupaten Lamongan dan kelima kabupaten memiliki data curah hujan yang *outlier* pada beberapa bulan seperti yang tertulis pada Tabel 4.9.

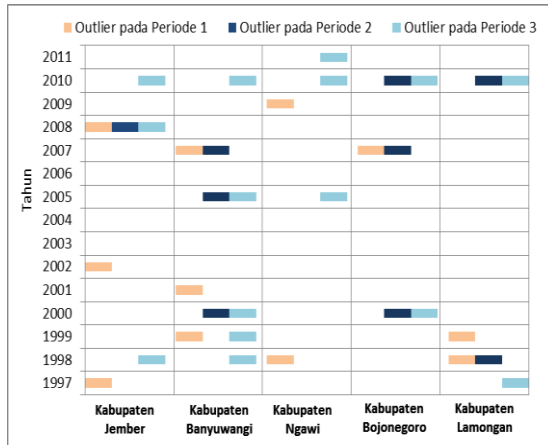
Tabel 4.9 Hasil Identifikasi *Outlier* dengan *Boxplot* pada Data Luas Panen Padi dan Curah Hujan di 5 Kabupaten

Kabupaten	Hasil Identifikasi <i>Outlier</i> dengan <i>Boxplot</i>
Jember	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi per periode : terdapat masing-masing satu data luas panen periode 2 dan 3 yang dinyatakan <i>outlier</i>. Luas panen padi pada setiap periode menunjukkan perbedaan yang signifikan. - Curah hujan per bulan : terdapat data curah hujan yang <i>outlier</i> pada bulan Februari, Juli, dan September. Curah hujan yang cukup beragam terjadi pada bulan Januari, Maret, Oktober, dan Desember.
Banyuwangi	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi per periode : terdapat masing-masing satu data luas panen yang dinyatakan <i>outlier</i> pada periode 1 dan 2. Luas panen padi periode 1 menunjukkan perbedaan yang signifikan, sedangkan luas panen padi antara periode 2 dan 3 memiliki kesamaan atau saling beririsan. - Curah hujan per bulan : <i>outlier</i> untuk data curah hujan terjadi pada bulan Juni-November. Keragaman curah hujan terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret dan Desember.
Ngawi	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi per periode : terdapat dua data luas panen yang <i>outlier</i> pada periode 1 dan satu data <i>outlier</i> pada periode 2. Luas panen padi periode 1 dan 2 saling beririsan (sama), sedangkan luas panen padi periode 3 memiliki perbedaan yang signifikan. - Curah hujan per bulan : data curah hujan <i>outlier</i> terjadi pada bulan Januari, Juni, dan September. Curah hujan yang bervariasi terdapat pada bulan Januari, Februari, Mei, Oktober, dan November.

Tabel 4.9 Hasil Identifikasi *Outlier* dengan *Boxplot* pada Data Luas Panen Padi dan Curah Hujan di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Hasil Identifikasi <i>Outlier</i> dengan <i>Boxplot</i>
Bojonegoro	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi per periode : terdapat masing-masing satu data luas panen yang dinyatakan <i>outlier</i> pada periode 1 dan 3. Luas panen padi pada setiap periode menunjukkan perbedaan yang signifikan. - Curah hujan per bulan : <i>outlier</i> untuk data curah hujan terjadi pada bulan Maret, September, dan November. Keragaman curah hujan terjadi pada bulan Januari, Februari, Oktober, dan November.
Lamongan	<ul style="list-style-type: none"> - Luas panen padi per periode : tidak terdapat data luas panen padi yang <i>outlier</i> pada setiap periode. Luas panen padi setiap periodenya memiliki perbedaan yang signifikan. - Curah hujan per bulan : data curah hujan yang <i>outlier</i> terjadi pada bulan Juli - Oktober. Curah hujan yang bervariasi hanya terlihat pada bulan Desember.

Data *outlier* luas panen padi yang sebagian besar berada di atas nilai maksimum menunjukkan bahwa pernah terjadi kondisi luas panen yang cukup tinggi dari kondisi biasa, sedangkan data *outlier* luas panen yang berada di bawah nilai minimum menunjukkan terjadinya kondisi luas panen padi yang terburuk. Pada data curah hujan per bulan, semua data *outlier* berada di atas nilai maksimum atau terjadi curah hujan yang lebih tinggi dari kondisi biasanya. Identifikasi *outlier* menggunakan nilai *DFITS* dari residual data Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, dan Kabupaten Lamongan (Lampiran 3C) menunjukkan adanya *outlier* pada periode 1 dan 3 berdasarkan nilai $|DFITS|$ yang lebih besar dari 1,206. Pola data residual *outlier* pada periode 1 dan 2 di 5 kabupaten membentuk pola acak, atau dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan karakteristik luas panen akibat curah hujan di 5 kabupaten (Gambar 4.12). Pada residual *outlier* periode 3, terbentuk pola vertikal pada tahun 2010 yang berarti bahwa data residual yang *outlier* pada periode 3 untuk pengamatan tahun 2010 terjadi di setiap 5 kabupaten.



Gambar 4.12 Skema *Outlier* menurut Nilai *DFFITS* per Periode di 5 Kabupaten

Gambar 4.12 juga menunjukkan adanya kabupaten dengan data residual *outlier* yang berurutan selama 3 tahun, yaitu *outlier* pada periode 3 tahun 1998-2000 di Kabupaten Banyuwangi. Residual *outlier* yang terjadi pada tahun 1998-2000 dan 2010 merupakan dampak dari kejadian El Nino tahun 1998, serta kejadian La Nina tahun 1998-2000 dan 2010. Residual *outlier* terbanyak dimiliki oleh Kabupaten Banyuwangi dengan 11 pengamatan yang *outlier*, sedangkan empat kabupaten lainnya memiliki 7 sampai 9 pengamatan yang dinyatakan *outlier*. Adanya *outlier* pada setiap periode dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk menggunakan regresi robust yang dapat menangani *outlier* sebelum mempengaruhi model.

4.2 Pemodelan Luas Panen Padi

4.2.1 Regresi OLS

Pemodelan luas panen padi per periode dengan curah hujan bulanan diawali dengan pemodelan menggunakan OLS sebagai *control*, kemudian dilakukan pemodelan dengan pendekatan regresi robust menggunakan dua *estimator* yaitu *S-estimation* dan *MM-estimation*.

a. Kabupaten Jember

Pada pemodelan luas panen padi dengan curah hujan di Kabupaten Jember menggunakan regresi OLS, dilakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan individu dengan taraf signifikan $\alpha = 5\%$.

Tabel 4.10 Statistik F_{hitung} dari Model Hasil Regresi OLS per Periode di Kabupaten Jember

Pemodelan	F_{hitung}
Periode 1	0,89
Periode 2	0,72
Periode 3	3,97*

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Hasil pengujian signifikansi parameter secara serentak menghasilkan keputusan tolak H_0 pada luas panen padi periode 3 (Tabel 4.10). Pemodelan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} yang lebih besar dari $F_{0,05(4;9)}$ yaitu 3,633. Hasil pemodelan untuk periode 1 dan 2 tidak signifikan secara serentak karena nilai F_{hitung} yang kurang dari 3,633.

Tabel 4.11 Estimasi Parameter Model Regresi OLS Kabupaten Jember

Periode	Parameter	Estimasi	T	R^2
1	β_0	65624	13,54*	28,3%
	β_1	10,023	1,32	
	β_2	0,17	0,01	
	β_3	0,487	0,06	
	β_4	10,02	0,94	
2	β_0	47241	15,26*	24,2%
	β_1	25,51	1,1	
	β_2	20,67	0,59	
	β_3	-19,21	-0,41	
	β_4	76,42	1,01	
3	β_0	17160	4,58*	63,8%
	β_1	4,64	0,23	
	β_2	31,83	2,72*	
	β_3	-7,28	-0,7	
	β_4	-2,322	-0,34	

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa pengujian signifikansi parameter secara individu untuk setiap periode menghasilkan koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 28,3%; 24,2%; dan 63,8%. Pada hasil pengujian individu, terdapat variabel curah hujan bulan Oktober yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 3 karena nilai $|t_{hitung}|$ lebih besar dari $t_{0,975(9)}$ yaitu 2,262. Model luas panen padi Kabupaten Jember dengan curah hujan yang terbentuk menggunakan metode regresi OLS adalah sebagai berikut.

$$\hat{LP}_1 = 65624 + 10,023CH_1 + 0,17CH_2 + 0,487CH_3 + 10,02CH_4$$

$$\hat{LP}_2 = 47241 + 25,51CH_5 + 20,67CH_6 - 19,21CH_7 + 76,42CH_8$$

$$\hat{LP}_3 = 17160 + 4,64CH_9 + 31,83CH_{10} - 7,28CH_{11} - 2,322CH_{12}$$

b. Kabupaten Banyuwangi

Pemodelan luas panen padi dengan curah hujan untuk Kabupaten Banyuwangi menggunakan regresi OLS yang dimulai dengan uji signifikansi parameter secara serentak menghasilkan keputusan tolak H_0 pada model luas panen padi periode 3 seperti pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Statistik F_{hitung} dari Model Hasil Regresi OLS per Periode di Kabupaten Banyuwangi

Pemodelan	F_{hitung}
Periode 1	0,89
Periode 2	1,74
Periode 3	4,00*

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Pemodelan luas panen padi periode 3 dikatakan signifikan berpengaruh secara serentak karena nilai F_{hitung} yang lebih besar dari $F_{0,05(4;9)}$ senilai 3,633 sedangkan pengujian parameter secara serentak yang tidak berpengaruh signifikan terjadi pada periode 1 dan 2. Pengujian parameter regresi secara individu untuk setiap periode menghasilkan koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 28,3%; 43,6%; dan 64,0%. Pada pengujian signifikansi parameter secara individu, variabel curah

hujan bulan Juli berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 2 berdasarkan nilai $|t_{hitung}|$ yang lebih besar dari $t_{0,975(9)}$ sebesar 2,262 (Tabel 4.13).

Tabel 4.13 Estimasi Parameter Model Regresi OLS
Kabupaten Banyuwangi

Periode	Parameter	Estimasi	T	R ²
1	β_0	43864	4,16*	28,3%
	β_1	36,3	1,49	
	β_2	0,13	0,01	
	β_3	3,47	0,11	
	β_4	-24,52	-0,73	
2	β_0	30675	11,02*	43,6%
	β_1	-19,95	-0,68	
	β_2	7,44	0,12	
	β_3	-128,89	-2,27*	
	β_4	350,9	2,23	
3	β_0	28552	11,28*	64,0%
	β_1	-134,32	-1,7	
	β_2	92,97	2,07	
	β_3	14,17	0,8	
	β_4	-5,55	-0,51	

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Model luas panen padi Kabupaten Banyuwangi dengan curah hujan yang terbentuk adalah :

$$\hat{LP}_1 = 43864 + 36,3CH_1 + 0,13CH_2 + 3,47CH_3 - 24,52CH_4$$

$$\hat{LP}_2 = 30675 - 19,95CH_5 + 7,44CH_6 - 128,89CH_7 + 350,9CH_8$$

$$\hat{LP}_3 = 28552 - 134,32CH_9 + 92,97CH_{10} + 14,17CH_{11} - 5,55CH_{12}$$

c. Ringkasan 5 Kabupaten

Pemodelan luas panen padi dengan curah hujan di lima kabupaten yaitu Jember (Kab. 1), Banyuwangi (Kab. 2), Ngawi (Kab. 3), Bojonegoro (Kab. 4), dan Lamongan (Kab. 5) dengan regresi OLS dimulai dengan pengujian parameter regresi secara

seentak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter model luas panen padi periode 3 di Kabupaten Jember dan Banyuwangi signifikan berpengaruh secara serentak (Tabel 4.14). Parameter dalam model dikatakan signifikan berpengaruh secara serentak jika memiliki nilai F_{hitung} yang lebih besar dari $F_{0,05(4,9)}$ sebesar 3,633. Selanjutnya, pengujian signifikansi parameter secara serentak yang menghasilkan keputusan gagal Tolak H_0 pada sebagian besar model menunjukkan bahwa sebagian besar kabupaten menghasilkan model luas panen padi yang tidak signifikan.

Tabel 4.14 Statistik F_{hitung} dari Model Hasil Regresi OLS per Periode di 5 Kabupaten

Pemodelan	F_{hitung} Kab. 1	F_{hitung} Kab. 2	F_{hitung} Kab. 3	F_{hitung} Kab. 4	F_{hitung} Kab. 5
Periode 1	0,89	0,89	0,82	3,57	0,30
Periode 2	0,72	1,74	1,13	1,24	1,12
Periode 3	3,97*	4,00*	2,32	0,47	2,29

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Summary hasil pengujian signifikansi parameter secara individu di 5 kabupaten (Lampiran 4A - 4E) menunjukkan bahwa terdapat masing-masing satu variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi di Kabupaten Jember, Banyuwangi, dan Lamongan serta tidak terdapat variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi di Kabupaten Ngawi dan Bojonegoro (Tabel 4.15)

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Individu Regresi OLS di 5 Kabupaten

Kabupaten	Hasil Uji Parameter Individu Regresi OLS
Jember	<ul style="list-style-type: none"> - Koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 28,3%; 24,2%; dan 63,8%. - Variabel curah hujan bulan Oktober berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 3.
Banyuwangi	<ul style="list-style-type: none"> - koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 28,3%; 43,6%; dan 64,0%. - variabel curah hujan bulan Juli berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 2.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Individu Regresi OLS di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Hasil Uji Parameter Individu Regresi OLS
Ngawi	<ul style="list-style-type: none"> - koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 26,6%; 33,4%; dan 50,8%. - tidak ada variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi.
Bojonegoro	<ul style="list-style-type: none"> - koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 17,4%; 35,5%; dan 61,3%. - tidak ada variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi.
Lamongan	<ul style="list-style-type: none"> - koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 11,8%; 33,2%; dan 50,5%. - variabel curah hujan bulan Oktober berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 3.

4.2.2 Regresi Robust S-Estimation

Pemodelan luas panen padi dengan regresi robust *S-estimation* menggunakan *breakdown point* 50% ($k_0 = 1,547$) dan fungsi pembobot *Tukey*.

a. Kabupaten Jember

Pemodelan luas panen padi di Kabupaten Jember dengan robust *S-estimation* menghasilkan nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 41,91%; 0,00%; dan 79,57% yang lebih besar dibandingkan koefisien determinasi regresi OLS untuk periode 1 dan 3.

Tabel 4.16 Estimasi Parameter Model Robust *S-Estimation* Kabupaten Jember

Periode	Parameter	Estimasi	Standar Error	P-value	R ²
1	β_0	57752,98	4049,27	<0,000*	41,91%
	β_1	-0,03	5,81	0,996	
	β_2	51,88	14,92	0,001*	
	β_3	-13,90	6,92	0,045*	
	β_4	0,50	8,00	0,950	
2	β_0	49160,96	2542,54	<0,000*	0,00%
	β_1	12,61	17,74	0,477	
	β_2	1,53	28,83	0,958	
	β_3	-8,73	37,42	0,815	
	β_4	99,96	59,31	0,092	

Tabel 4.16 Estimasi Parameter Model Robust *S-Estimation*
Kabupaten Jember (Lanjutan)

Periode	Parameter	Estimasi	Standar Error	P-value	R ²
3	β_0	18101,72	625,87	<0,000*	79,57%
	β_1	118,04	12,91	<0,000*	
	β_2	-3,17	2,41	0,188	
	β_3	2,45	1,97	0,213	
	β_4	-5,44	1,15	<0,000*	

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa variabel curah hujan lebih kuat mempengaruhi luas panen padi di Kabupaten Jember pada periode 1 dan 3, yang ditandai oleh dua variabel yang berpengaruh signifikan terhadap respon (pada $\alpha = 5\%$). Curah hujan yang berpengaruh signifikan yaitu curah hujan bulan Februari dan Maret yang berpengaruh terhadap luas panen padi periode 1, serta curah hujan bulan September dan Desember yang berpengaruh terhadap luas panen padi periode 3. Nilai *R-square* menunjukkan besar variabilitas curah hujan yang mampu menjelaskan model luas panen padi. Hasil estimasi parameter pada periode 2 memperlihatkan tidak adanya curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi dengan nilai *R-Square* yang dihasilkan sangat kecil. Model luas panen padi di Kabupaten Jember dengan curah hujan menggunakan robust *S-estimation* adalah sebagai berikut.

$$\hat{LP}_1 = 5775298 - 0,03CH_1 + 51,88CH_2 - 13,9CH_3 + 0,05CH_4$$

$$\hat{LP}_2 = 4916096 + 12,61CH_5 + 1,53CH_6 - 8,73CH_7 + 99,96CH_8$$

$$\hat{LP}_3 = 1810172 + 118,04CH_9 - 3,17CH_{10} + 2,45CH_{11} - 5,44CH_{12}$$

b. Kabupaten Banyuwangi

Hasil pemodelan luas panen padi Kabupaten Banyuwangi dengan curah hujan menggunakan regresi robust *S-estimation* menunjukkan nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 32,57%; 0,00%; dan 86,67%. Koefisien determinasi pada periode 1 dan 3 bernilai lebih besar dibanding-

kan koefisien determinasi dari regresi OLS. Pada pengujian estimasi parameter, variabel curah hujan berpengaruh signifikan pada setiap periode luas panen (Tabel 4.17). Estimasi parameter dalam pemodelan luas panen padi Kabupaten Banyuwangi menunjukkan bahwa curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 1 yaitu curah hujan bulan Januari dan Maret.

Tabel 4.17 Estimasi Parameter Model Robust S-Estimation
Kabupaten Banyuwangi

Periode	Parameter	Estimasi	Standar Error	P-value	R ²
1	β_0	41254,29	3843,48	<0,000*	32,57%
	β_1	26,75	8,76	0,002*	
	β_2	-4,88	8,73	0,576	
	β_3	31,14	12,62	0,014*	
	β_4	-11,85	12,88	0,358	
2	β_0	29279,19	970,26	<0,000*	0,00%
	β_1	40,41	11,01	0,000*	
	β_2	-64,03	19,84	0,001*	
	β_3	-4,23	21,52	0,844	
	β_4	-23,68	61,05	0,698	
3	β_0	27100,33	1478,33	<0,000*	86,67%
	β_1	-175,08	50,30	0,001*	
	β_2	151,38	27,20	<0,000*	
	β_3	29,76	8,80	0,001*	
	β_4	-9,13	6,07	0,132	

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Pada periode 2 dan 3, curah hujan bulan Mei dan Juni berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 2, sedangkan curah hujan bulan September-November berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3. Nilai R-square tertinggi pada pemodelan S-estimation dimiliki oleh periode 3, dimana keragaman variabel curah hujan sudah mampu menjelaskan model luas panen periode 3 sebesar 86,67%. Model luas panen padi Kabupaten Banyuwangi yang terbentuk dengan robust S-estimation adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{LP}_1 &= 41254,29 + 26,75CH_1 - 4,88CH_2 + 31,14CH_3 - 11,85CH_4 \\ \hat{LP}_2 &= 29279,19 + 40,41CH_5 - 64,03CH_6 - 4,23CH_7 - 23,68CH_8 \\ \hat{LP}_3 &= 27100,33 - 175,08CH_9 + 151,38CH_{10} + 29,76CH_{11} \\ &\quad - 9,13CH_{12}\end{aligned}$$

c. Ringkasan 5 Kabupaten

Summary analisis pemodelan luas panen padi dengan curah hujan di 5 kabupaten menggunakan regresi robust *S-estimation* (Lampiran 6A - 6E) menunjukkan adanya variabel lain selain curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi dilihat dari nilai *R-square* yang sebagian besar masih di bawah 70% (Tabel 4.18).

Tabel 4.18 Hasil Pemodelan Robust *S-Estimation* di 5 Kabupaten

Kabupaten	Hasil Pemodelan Robust <i>S-Estimation</i>
Jember	<ul style="list-style-type: none"> - Koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 41,91%; 0,00%; dan 79,57%. - Terdapat curah hujan bulan Februari dan Maret yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 1, serta curah hujan bulan September dan Desember berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3.
Banyuwangi	<ul style="list-style-type: none"> - Nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 32,57%; 0,00%; dan 86,67%. - Curah hujan bulan Januari dan Maret berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 1, curah hujan bulan Mei dan Juni berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 2, dan curah hujan bulan September-November berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3.
Ngawi	<ul style="list-style-type: none"> - Koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 15,65%; 40,38%; dan 23,97% - Terdapat curah hujan bulan Februari dan Maret yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 1, serta curah hujan bulan Mei yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 2.

Tabel 4.18 Hasil Pemodelan Robust *S-Estimation* di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Hasil Pemodelan Robust <i>S-Estimation</i>
Bojonegoro	<ul style="list-style-type: none"> - Nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 0,00%; 0,00%; dan 28,25%. - Curah hujan bulan Mei, Juni, dan Agustus berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 2 dan curah hujan bulan September, Oktober, dan Desember berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3.
Lamongan	<ul style="list-style-type: none"> - Koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 50,19%; 59,38%; dan 42,03% - Sebagian besar curah hujan berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 1, 2, dan 3 kecuali curah hujan bulan Februari, Juni, dan September yang tidak berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi.

Berdasarkan ringkasan hasil pemodelan luas panen menggunakan robust *S-estimation*, lebih banyak variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi dibandingkan pada hasil pemodelan dengan regresi OLS. Koefisien determinasi tertinggi dari model hasil robust *S-estimation* berada di atas 70% atau model lebih baik dibandingkan metode OLS yang memiliki koefisien determinasi tertinggi sebesar 64%. Jika dilakukan perbandingan koefisien determinasi secara keseluruhan, pemodelan luas panen padi dengan regresi OLS memiliki lebih banyak koefisien determinasi yang bernilai lebih tinggi dibandingkan pemodelan dengan robust *S-estimation*.

4.2.3 Regresi Robust MM-*Estimation*

Pemodelan regresi robust luas panen padi dengan curah hujan untuk MM-*estimation* menggunakan *breakdown point* 50% ($k_0 = 1,547$), fungsi pembobot *Tukey*, dan estimasi awal *S-estimation*.

a. Kabupaten Jember

Hasil pemodelan luas panen padi per periode di Kabupaten Jember dengan regresi robust MM-*estimation* menghasilkan nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing

yaitu 25,29%; 14,82%; dan 39,73% . Koefisien determinasi tersebut lebih rendah dibandingkan koefisien determinasi regresi OLS untuk setiap periode. Koefisien determinasi yang tidak cukup besar meunjukkan adanya variabel lain yang mempengaruhi luas panen padi di Kabupaten Jember. Estimasi parameter per periode untuk Kabupaten Jember menunjukkan bahwa variabel curah hujan lebih kuat mempengaruhi luas panen padi pada periode 3 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Estimasi Parameter Model Robust MM-Estimation
Kabupaten Jember

Periode	Parameter	Estimasi	Standar Error	P-value	R ²
1	β_0	65563,75	5696,01	<0,000*	25,29%
	β_1	10,58	8,88	0,233	
	β_2	-0,62	14,16	0,965	
	β_3	1,30	10,32	0,900	
	β_4	9,83	12,38	0,427	
2	β_0	48999,04	3056,89	<0,000*	14,82%
	β_1	16,46	22,01	0,455	
	β_2	16,48	33,49	0,623	
	β_3	-20,88	43,90	0,634	
	β_4	68,55	73,12	0,349	
3	β_0	19086,88	1352,32	<0,000*	39,73%
	β_1	112,85	29,47	0,000*	
	β_2	3,24	4,73	0,494	
	β_3	-3,37	3,59	0,347	
	β_4	-6,84	2,59	0,008*	

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Kuatnya pengaruh curah hujan pada periode 3 ditandai oleh adanya dua variabel yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3 (pada $\alpha = 5\%$), yaitu curah hujan bulan September dan Desember yang berpengaruh terhadap luas panen padi periode 3. Periode tersebut juga menjadi periode dengan nilai R-square model luas panen padi paling besar, dimana keragaman curah hujan mampu menjelaskan model luas panen sebesar 39,73%. Selanjutnya, tidak terdapat variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan pada periode 1 dan 2 dan nilai R-

Square yang dihasilkan kecil. Model luas panen padi Kabupaten Jember dengan curah hujan yang terbentuk melalui pendekatan *MM-estimation* adalah sebagai berikut.

$$\hat{LP}_1 = 6556375 + 0,62CH_1 - 0,62CH_2 + 1,3CH_3 + 9,83CH_4$$

$$\hat{LP}_2 = 4899904 + 16,46CH_5 + 16,48CH_6 - 20,88CH_7 + 68,55CH_8$$

$$\hat{LP}_3 = 1908688 + 112,85CH_9 + 3,24CH_{10} - 3,37CH_{11} - 6,84CH_{12}$$

b. Kabupaten Banyuwangi

Pemodelan luas panen padi Kabupaten Banyuwangi dengan curah hujan menggunakan robust *MM-estimation* menghasilkan nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 17,74%; 25,33%; dan 56,99%. Koefisien determinasi pada setiap periodenya bernilai lebih rendah dibandingkan koefisien determinasi dari regresi OLS. Pada pengujian estimasi parameter, variabel curah hujan berpengaruh signifikan pada luas panen periode 2 dan 3 (Tabel 4.20).

Tabel 4.20 Estimasi Parameter Model Robust *MM-Estimation*
Kabupaten Banyuwangi

Periode	Parameter	Estimasi	Standar Error	P-value	R ²
1	β_0	46022,54	7177,18	<0,000*	17,74%
	β_1	26,06	15,83	0,100	
	β_2	-7,44	15,77	0,637	
	β_3	18,90	22,07	0,392	
	β_4	-18,64	22,40	0,405	
2	β_0	29255,17	822,94	<0,000*	25,33%
	β_1	40,36	9,21	<0,000*	
	β_2	-64,62	16,96	0,000*	
	β_3	-4,85	18,19	0,790	
	β_4	-20,50	51,29	0,689	
3	β_0	25740,84	2183,63	<0,000*	56,99%
	β_1	-93,79	64,78	0,148	
	β_2	109,42	36,36	0,003*	
	β_3	21,17	14,37	0,141	
	β_4	-1,47	8,89	0,869	

*) signifikan pada taraf nyata 5%

Estimasi parameter dalam pemodelan luas panen padi Kabupaten Banyuwangi menunjukkan bahwa curah hujan yang berpengaruh signifikan yaitu curah hujan bulan Mei dan Juni yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 2, serta curah hujan bulan Oktober yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3. Nilai *R-square* tertinggi pada pemodelan *MM-estimation* Kabupaten Banyuwangi dimiliki oleh periode 3, dimana keragaman variabel curah hujan sudah mampu menjelaskan model luas panen periode 3 sebesar 56,99%. Berikut model luas panen padi Kabupaten Banyuwangi yang terbentuk dengan robust *MM-estimation*.

$$\hat{LP}_1 = 4602254 + 26,06CH_1 - 7,44CH_2 + 18,9CH_3 - 18,64CH_4$$

$$\hat{LP}_2 = 2925517 + 40,36CH_5 - 64,62CH_6 - 4,85CH_7 - 20,5CH_8$$

$$\hat{LP}_3 = 2574084 - 93,79CH_9 + 109,42CH_{10} + 21,17CH_{11} - 1,47CH_{12}$$

c. Ringkasan 5 Kabupaten

Pemodelan luas panen padi di 5 kabupaten dengan robust *MM-estimation* (Lampiran 7A - 7E) menunjukkan rendahnya koefisien determinasi yang dihasilkan, atau masih ada variabel lain yang mempengaruhi luas panen padi (Tabel 4.21). Pada ringkasan hasil pemodelan luas panen dengan robust *MM-estimation*, lebih banyak variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi dan koefisien determinasi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan pada hasil pemodelan dengan regresi OLS.

Tabel 4.21 Hasil Pemodelan Robust *MM-Estimation* di 5 Kabupaten

Kabupaten	Hasil Pemodelan Robust <i>MM-Estimation</i>
Jember	- Nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 25,29%; 14,82%; dan 39,73% - Curah hujan bulan September dan Desember berpengaruh terhadap luas panen padi periode 3.
Banyuwangi	- Koefisien determinasi berturut-turut pada periode 1, 2, dan 3 sebesar 17,74%; 25,33%; dan 56,99%.

Tabel 4.21 Hasil Pemodelan Robust MM-*Estimation* di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Hasil Pemodelan Robust MM-<i>Estimation</i>
Banyuwangi	- Terdapat curah hujan bulan Mei dan Juni yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 2, serta curah hujan bulan Oktober yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3.
Ngawi	- Nilai koefisien determinasi masing-masing pada periode 1, 2, dan 3 yaitu 15,18%; 30,82%; dan 36,73%. - Curah hujan bulan Februari berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 1 dan curah hujan bulan September berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi periode 3.
Bojonegoro	- Koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 0,72%; 27,89%; dan 17,14%. - Tidak ada variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen padi.
Lamongan	- Nilai koefisien determinasi pada periode 1, 2, dan 3 masing-masing yaitu 6,67%; 32,41%; dan 42,1%. - Terdapat variabel curah hujan bulan Oktober-Desember yang berpengaruh signifikan terhadap luas panen periode 3.

4.2.4 Pemilihan *Estimator* yang Optimal dan Prediksi Luas Panen Padi

Empat kriteria yang digunakan sebagai penduga awal *estimator* regresi robust yang optimal yaitu koefisien determinasi (*R-square*) yang lebih besar, nilai *deviance* (*s*) yang lebih kecil, jumlah variabel yang signifikan, dan *outlier* data residual model robust. Selanjutnya, dilakukan pemilihan *estimator* yang optimal berdasarkan persentase ketepatan prediksi.

a. Kabupaten Jember

Empat kriteria dalam pemilihan *estimator* yang optimal untuk pemodelan luas panen padi Kabupaten Jember menunjukkan bahwa *estimator* yang optimal pada setiap periode berbeda-beda (Tabel 4.22).

Tabel 4.22 Empat Kriteria Pemilihan *Estimator* Awal yang Optimal pada Regresi Robust Kab. Jember

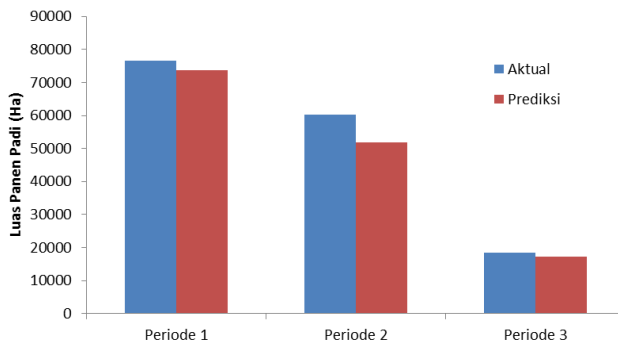
Periode	Kriteria	Regresi OLS	Regresi Robust	
			S- <i>Estimation</i>	MM- <i>Estimation</i>
1	R-square	37.50%	41.91%	25.29%
	S	3189.08	14391907	91448790
	Variabel signifikan	-	CH2, CH3	-
	Outlier	obs ke-1, 6, & 12	obs ke-6	-
2	R-square	22.20%	0.00%	14.82%
	S	4926.43	16608694	1.4×10^8
	Variabel signifikan	-	-	-
	Outlier	obs ke-1 & 12	-	-
3	R-square	63.10%	79.57%	39.73%
	S	2891.37	1659543	23746883
	Variabel signifikan	CH10	CH9, CH12	CH9, CH12
	Outlier	obs ke-2, 12, & 14	obs ke-2, 3, & 14	obs ke-2, 3, & 14

Estimator yang optimal untuk model luas panen padi periode 1 yaitu *S-estimation* dengan nilai *R-square* yang lebih tinggi, *s* yang lebih kecil, dan jumlah variabel signifikan lebih banyak. Pada periode 2, *estimator* yang optimal yaitu *MM-estimation* dengan nilai *R-square* yang lebih besar. Selanjutnya, *estimator* yang optimal pada periode 3 yaitu *S-estimation* dengan nilai *R-square* yang lebih tinggi dan *s* yang lebih kecil. Jika dibandingkan dengan regresi OLS, jumlah residual *outlier* dari pemodelan robust lebih sedikit daripada regresi OLS. Jumlah residual *outlier* yang lebih sedikit pada pemodelan regresi robust yang terjadi pada periode 1 dan 2 menunjukkan kinerja pemodelan yang mampu menangani beberapa *outlier*.

Tabel 4.23 Prediksi (Ha), *Error*, dan *Accuracy* Peramalan Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Jember

Periode	Metode	Prediksi	Error	Accuracy
1	OLS (<i>control</i>)	73460,05	3035,95	96,03%
	S-Estimation	65625,00	10871,00	85,79%
	MM-Estimation	73755,93	2740,07	96,42%
2	OLS (<i>control</i>)	51779,10	8435,90	85,99%
	S-Estimation	51233,88	8981,12	85,08%
	MM-Estimation	51912,75	8302,25	86,21%
3	OLS (<i>control</i>)	16785,05	1610,95	91,24%
	S-Estimation	17229,24	1166,76	93,66%
	MM-Estimation	16295,42	2100,58	88,58%

Tabel 4.23 menunjukkan bahwa ketepatan peramalan dari pemodelan regresi robust masih lebih tinggi dibandingkan metode OLS. Berdasarkan nilai *accuracy*, MM-*estimation* terpilih sebagai *estimator* optimal untuk memodelkan luas panen padi periode 1 dan 2, sedangkan pemodelan luas panen padi periode 3 lebih baik menggunakan robust S-*estimation*. Prediksi luas panen padi yang paling besar dengan persentase ketepatan tinggi terjadi pada luas panen padi periode 1, jadi dapat dikatakan bahwa periode 1 merupakan periode yang paling produktif untuk menanam padi di Kabupaten Jember.



Gambar 4.13 Data Aktual dan Prediksi Luas Panen Padi per Periode pada Tahun 2011 di Kabupaten Jember

Persentase ketepatan prediksi yang cukup tinggi masih menunjukkan kesalahan ramalan hingga ribuan hektar pada setiap

periodenya (Gambar 4.13), dimana *error* prediksi paling besar terjadi pada periode 2. Hal tersebut dapat terjadi karena nilai koefisien determinasi yang tidak cukup besar.

b. Kabupaten Banyuwangi

Hasil pemilihan *estimator* awal regresi robust yang optimal untuk pemodelan luas panen padi Kabupaten Banyuwangi menggunakan empat kriteria menunjukkan *estimator* terpilih yang berbeda-beda pada setiap periodenya (Tabel 4.24).

Tabel 4.24 Empat Kriteria Pemilihan *Estimator* Awal yang Optimal pada Regresi Robust Kab. Banyuwangi

Periode	Kriteria	Regresi OLS	Regresi Robust	
			S- <i>Estimation</i>	MM- <i>Estimation</i>
1	R-square	28,30%	32,57%	17,74%
	S	7556,13	20773663	$2,27 \times 10^8$
	Variabel signifikan	-	CH1, CH3	-
	<i>Outlier</i>	obs ke-3, 5, & 11	obs ke-11	obs ke-11
2	R-square	43,60%	0,00%	25,33%
	S	6017,17	9698918	$1,27 \times 10^8$
	Variabel signifikan	CH7	CH5, CH6	CH5, CH6
	<i>Outlier</i>	obs ke-4, 9, & 11	obs ke-1, 2, & 11	obs ke-1, 2, & 11
3	R-square	64,00%	86,67%	56,99%
	S	3730,73	9395333	$1,05 \times 10^8$
	Variabel signifikan	-	CH, CH10, CH11	CH10
	<i>Outlier</i>	obs ke-2, 3, & 14	obs ke-2	obs ke-2

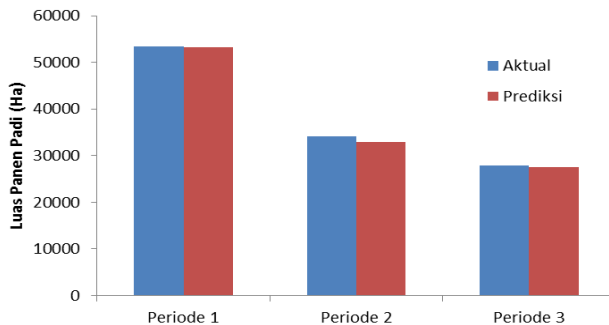
Estimator yang optimal berdasarkan keempat kriteria untuk pemodelan luas panen padi periode 1 dan 3 adalah *S-estimation* dengan nilai R-square yang lebih tinggi, *s* yang lebih kecil, dan jumlah variabel signifikan yang lebih banyak. Pada model luas panen padi periode 2, MM-*estimation* terpilih sebagai *estimator* optimal karena nilai R-square yang lebih besar.

Jika dibandingkan dengan regresi OLS, pemodelan dengan regresi robust mampu menangani beberapa *outlier* dilihat dari jumlah residual *outlier* yang lebih sedikit. Hasil prediksi luas panen padi Kabupaten Banyuwangi tahun 2011 (data *out sample*) dari ketiga metode menunjukkan bahwa persentase ketepatan peramalan dari pemodelan regresi robust masih lebih tinggi dibandingkan metode OLS (Tabel 4.25).

Tabel 4.25 Prediksi (Ha), *Error*, dan *Accuracy* Peramalan Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Banyuwangi

Periode	Metode	Prediksi	Error	Accuracy
1	OLS (<i>control</i>)	47939,12	5519,88	89,67%
	S-Estimation	53180,28	278,72	99,48%
	MM-Estimation	51825,17	1633,83	96,94%
2	OLS (<i>control</i>)	24601,54	9533,47	72,07%
	S-Estimation	32873,42	1261,58	96,30%
	MM-Estimation	32805,56	1329,44	96,11%
3	OLS (<i>control</i>)	28344,98	-485,98	98,26%
	S-Estimation	27549,27	309,73	98,89%
	MM-Estimation	27515,62	343,38	98,77%

Estimator optimal yang terpilih pada setiap periode berdasarkan tingginya nilai *accuracy* adalah *S-estimation* dengan persentase ketepatan prediksi diatas 95% pada periode 1, 2, dan 3. Prediksi luas panen padi yang paling besar dengan persentase ketepatan tinggi terjadi pada luas panen padi periode 1.



Gambar 4.14 Data Aktual dan Prediksi Luas Panen Padi per Periode pada Tahun 2011 di Kabupaten Banyuwangi

Prediksi luas panen padi terbesar pada periode 1 (Januari-April) menunjukkan periode yang paling produktif untuk menanam padi di Kabupaten Banyuwangi. Persentase ketepatan prediksi yang sangat tinggi juga menunjukkan kesalahan ramalan yang cukup kecil yaitu di bawah 2000 ha atau dapat dikatakan bahwa nilai prediksi hampir mendekati data aktual (Gambar 4.14).

c. Ringkasan 5 Kabupaten

Pemilihan *estimator* optimal untuk pemodelan luas panen padi di 5 kabupaten berdasarkan empat kriteria (Lampiran 8A) dan persentase ketepatan prediksi luas panen padi (Lampiran 8B) menunjukkan *estimator* terpilih yang berbeda-beda pada setiap periodenya seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Hasil Pemilihan *Estimator* yang Optimal untuk Pemodelan Luas Panen Padi di 5 Kabupaten

Kabupaten	Hasil Pemilihan <i>Estimator</i> yang Optimal
Jember	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Estimator</i> optimal awal yang terpilih yaitu <i>S-estimation</i> untuk periode 1 (<i>R-square</i>, <i>s</i>, dan variabel signifikan), <i>MM-estimation</i> pada periode 2 (<i>R-square</i>), dan <i>S-estimation</i> untuk periode 3 (<i>R-square</i> dan <i>s</i>). - Pada nilai <i>accuracy</i>, <i>MM-estimation</i> terpilih untuk memodelkan luas panen padi periode 1 dan 2, sedangkan pemodelan luas panen padi periode 3 lebih baik menggunakan robust <i>S-estimation</i>.
Banyuwangi	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Estimator</i> optimal awal yang terpilih yaitu <i>S-estimation</i> untuk memodelkan luas panen periode 1 dan 3 (<i>R-square</i>, <i>s</i>, dan variabel signifikan) serta <i>MM-estimation</i> pada periode 2 (<i>R-square</i>). - Pada nilai <i>accuracy</i>, <i>S-estimation</i> terpilih sebagai <i>estimator</i> optimal untuk memodelkan luas panen padi periode 1, 2, dan 3.
Ngawi	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Estimator</i> optimal awal yang terpilih yaitu <i>S-estimation</i> untuk pemodelan periode 1 dan 2 (<i>R-square</i>, <i>s</i>, dan variabel signifikan), serta <i>MM-estimation</i> pada periode 3 (<i>R-square</i> dan variabel signifikan).

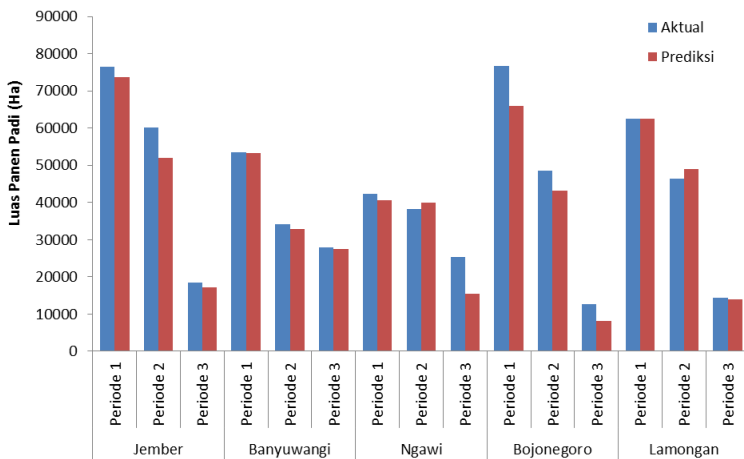
Tabel 4.26 Hasil Pemilihan *Estimator* yang Optimal untuk Pemodelan Luas Panen Padi di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Hasil Pemodelan Robust S-Estimation
Ngawi	- Pada nilai <i>accuracy</i> , MM- <i>estimation</i> terpilih sebagai <i>estimator</i> optimal untuk memodelkan luas panen padi periode 1, sedangkan model luas panen padi periode 2 dan 3 lebih baik menggunakan robust S- <i>estimation</i> .
Bojonegoro	- <i>Estimator</i> optimal awal yang terpilih yaitu MM- <i>estimation</i> pada periode 1 dan 2 (R-square), serta S- <i>estimation</i> untuk periode 3 (R-square, <i>s</i> , dan variabel signifikan). - Pada nilai <i>accuracy</i> , MM- <i>estimation</i> terpilih sebagai <i>estimator</i> optimal untuk memodelkan luas panen padi periode 1 dan 2, sedangkan pemodelan luas panen padi periode 3 lebih baik menggunakan robust S- <i>estimation</i> .
Lamongan	- <i>Estimator</i> optimal awal yang terpilih yaitu S- <i>estimation</i> untuk periode 1 dan 2 (R-square, <i>s</i> , dan variabel signifikan), serta MM- <i>estimation</i> pada periode 3 (<i>s</i> dan variabel signifikan). - Pada nilai <i>accuracy</i> , S- <i>estimation</i> terpilih sebagai <i>estimator</i> optimal untuk memodelkan luas panen padi periode 1 dan 3, sedangkan pemodelan luas panen padi periode 2 lebih baik menggunakan robust MM- <i>estimation</i> .

Pada pemilihan *estimator* optimal di 5 kabupaten menurut nilai *accuracy* hasil prediksi yang tinggi, diperoleh bahwa model luas panen padi Kabupaten Jember dan Bojonegoro lebih optimal menggunakan MM-*estimation*, sedangkan model luas panen padi Kabupaten Banyuwangi, Ngawi, dan Lamongan lebih optimal menggunakan S-*estimation* (Gambar 4.15).

Hasil prediksi luas panen padi dengan ketepatan yang tinggi ditandai oleh kesamaan tinggi batang antara data aktual (biru) dan data prediksi (merah), seperti yang terjadi di Kabupaten Banyuwangi. Persentase ketepatan prediksi yang tinggi masih menunjukkan *error* mencapai ribuan hektar. *Error* yang

cukup besar terjadi pada prediksi luas panen padi periode 2 di Kabupaten Jember sebesar 8302,25 Ha, luas panen padi periode 3 di Ngawi sebesar 10001,09 Ha, dan luas panen padi periode 1 di Bojonegoro sebesar 10735,12 Ha (Gambar 4.15). *Error* prediksi luas panen padi yang cukup besar dapat terjadi karena nilai *R-square* model robust untuk *estimator* terpilih (*S-estimation* atau *MM-estimation*) yang kecil yaitu masing-masing sebesar 14,82%; 40,38%; dan 0,72%. Tidak terdapat variabel curah hujan yang berpengaruh signifikan pada luas panen padi.



Gambar 4.15 Data Aktual dan Prediksi Luas Panen Padi per Periode pada Tahun 2011 di 5 kabupaten

Jika dikaitkan dengan data aktual luas panen padi dan curah hujan serta fenomena El Nino dan La Nina yang terjadi, *error* prediksi yang cukup besar pada luas panen padi periode 2 di Kabupaten Jember terjadi karena adanya data luas panen padi yang *outlier* pada periode 2 tahun 1997, sebagai dampak dari fenomena El Nino yang berlangsung bulan Maret 1997-April 1998. *Error* prediksi yang cukup besar pada luas panen padi periode 3 di Kabupaten Ngawi terjadi karena adanya data luas panen padi yang *outlier* pada periode 3 tahun 2010 dan curah hujan ekstrim bulan September 2010, sebagai dampak dari La

Nina cukup ekstrim pada tahun 2010. Selanjutnya, *error* prediksi yang cukup besar pada luas panen padi periode 1 di Kabupaten Bojonegoro terjadi karena adanya data luas panen padi yang *outlier* pada periode 1 tahun 2007, sebagai dampak dari kejadian positif IOD yang terjadi di Samudera Hindia dan kekeringan di pulau Jawa.

Sebagian besar luas panen diprediksi lebih rendah dari aktual, seperti model luas panen padi periode 1 dan 3 di setiap kabupaten. Hanya terdapat dua model yang menghasilkan nilai prediksi lebih tinggi, yaitu model luas panen padi pada periode 2 di Kabupaten Ngawi dan Lamongan. Prediksi luas panen periode 1 yang lebih tinggi untuk setiap kabupaten menunjukkan periode penanaman padi yang lebih produktif, sedangkan persentase ketepatan ramalan yang cukup tinggi menunjukkan kinerja regresi robust yang cukup baik dibandingkan dengan regresi OLS untuk kasus data *outlier*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada Bab IV, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pola hubungan antara variabel curah hujan dan luas panen padi di 5 kabupaten sebagian besar berbentuk linier positif. Identifikasi hubungan dengan korelasi Pearson dan Tau Kendall untuk 5 kabupaten menghasilkan keterkaitan luas panen periode 1 dan 2 dengan curah hujan pada awal penanaman dan periode 3 dengan curah hujan bulan September-November.
2. Hasil pemodelan luas panen padi dengan curah hujan melalui pendekatan regresi robust *S-estimation* dan *MM-estimation* menghasilkan variabel signifikan lebih banyak dan jumlah residual *outlier* lebih sedikit, serta ketepatan prediksi yang lebih tinggi daripada regresi OLS. Model luas panen padi Kabupaten Jember dan Bojonegoro lebih optimal menggunakan *MM-estimation*, sedangkan model luas panen padi di Kabupaten Banyuwangi, Ngawi, dan Lamongan lebih optimal menggunakan *S-estimation*. Model luas panen padi dari 5 kabupaten berdasarkan *estimator* optimal yang terpilih adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Model Luas Panen Padi per Periode di 5 Kabupaten

Kabupaten	Model Luas Panen Padi per Periode
Jember	$\hat{LP}_1 = 65563,75 + 10,58CH_1 - 0,62CH_2$ $+ 1,3CH_3 + 9,83CH_4$ $\hat{LP}_2 = 48999,04 + 16,46CH_5 + 16,48CH_6$ $- 20,88CH_7 + 68,55CH_8$ $\hat{LP}_3 = 18101,72 + 118,04CH_9 - 3,17CH_{10}$ $+ 2,45CH_{11} - 5,44CH_{12}$

Tabel 5.1 Model Luas Panen Padi per Periode
di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Model Luas Panen Padi per Periode
Banyuwangi	$\hat{LP}_1 = 41254,29 + 26,75CH_1 - 4,88CH_{23}$ $+ 31,14CH - 11,85CH_4$ $\hat{LP}_2 = 29279,19 + 40,41CH_5 - 64,03CH_6$ $- 4,23CH_7 - 23,68CH_8$ $\hat{LP}_3 = 27100,33 - 175,08CH_9 + 151,38CH_{10}$ $+ 29,76CH_{11} - 9,13CH_{12}$
Ngawi	$\hat{LP}_1 = 39741,63 - 3,43CH_1 + 9,25CH_2$ $+ 0,14CH_3 + CH_4$ $\hat{LP}_2 = 39261,08 + 6,55CH_5 - 9,87CH_6$ $+ 5,25CH_7 + 8,1CH_8$ $\hat{LP}_3 = 16255,6 + 0,3CH_9 + 11,92CH_{10}$ $- 3,98CH_{11} - 1,65CH_{12}$
Bojonegoro	$\hat{LP}_1 = 65260,35 + 5,78CH_1 - 0,92CH_2$ $- 0,25CH_3 - 0,69CH_4$ $\hat{LP}_2 = 20557,68 + 87,4CH_5 + 57,73CH_6$ $- 67,56CH_7 + 119,49CH_8$ $\hat{LP}_3 = -5364,04 + 34,8CH_9 + 14,21CH_{10}$ $- 2,38CH_{11} + 41,51CH_{12}$
Lamongan	$\hat{LP}_1 = 32474,92 + 143,15CH_1 - 8,04CH_2$ $+ 53,93CH_3 - 97,49CH_4$ $\hat{LP}_2 = 37036,81 + 43,88CH_5 + 42,51CH_6$ $- 136,61CH_7 + 185,04CH_8$

Tabel 5.1 Model Luas Panen Padi per Periode
di 5 Kabupaten (Lanjutan)

Kabupaten	Model Luas Panen Padi per Periode
Lamongan	$\hat{LP}_3 = 11998,21 - 60,19CH_9 + 38,27CH_{10} - 37,42CH_{11} + 26,1CH_{12}$

Model luas panen padi di 5 kabupaten secara berturut-turut menghasilkan koefisien determinasi pada setiap periode yaitu 1%-50% untuk periode 1, 0%-40% untuk periode 2, dan 24%-87% untuk periode 3.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih terdapat permasalahan yang belum dikaji lebih dalam, di antaranya efek dari nilai *breakdown point* dan efisiensi terhadap hasil estimasi parameter, kapan penggunaan nilai *breakdown point* yang tinggi menjadi tepat untuk digunakan pada suatu kondisi data *outlier* dan sebaliknya. Saran yang dapat direkomendasikan pada penelitian selanjutnya adalah dapat melanjutkan pemodelan regresi robust *S-estimation* dan *MM-estimation* untuk konstanta nilai *breakdown* yang berbeda, melihat hasil dari pemodelan robust untuk konstanta *breakdown point* 50% memiliki *error* prediksi yang cukup besar (kinerja model belum baik), atau melakukan pemodelan dengan *estimator* regresi robust yang berbeda seperti LTS, LMS, atau *M-estimation* dengan efisiensi lebih tinggi. Pada penelitian selanjutnya juga sangat disarankan untuk melakukan penambahan data dan faktor lain yang secara teoritis berpengaruh terhadap luas panen padi per periode mengingat nilai koefisien determinasi (*R-square*) yang sebagian besar masih di bawah 70%.

Selanjutnya, saran yang dapat disampaikan untuk pemerintah yaitu lebih waspada terhadap ketersediaan air untuk pertanian pada awal masa tanam untuk periode 1 dan 2, serta ketersediaan air bulan September-November untuk penanaman periode 3 mengingat curah hujan pada bulan tersebut memiliki hubungan yang erat dengan luas panen padi yang diperoleh. Selain itu, pemerintah setiap kabupaten juga lebih memperhatikan

faktor lain seperti penanganan hama tanaman yang dapat memperluas area puso, mengingat kontribusi variabel curah hujan terhadap luas panen padi (koefisien determinasi) yang tidak cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalo, L. F. (2016). *Analisa Kekeringan Pertanian di Jawa Timur Menggunakan Vegetation Health Index*. Institut Pertanian Bogor. Bogor: <http://repository.ipb.ac.id/>.
- Atkinson, A., & Riani, M. (2000). *Robust Diagnostic Regression Analysis*. New York: Springer.
- BPS. (2016). *Indikator Pertanian Tahun 2016 Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Budiani, J. R. (2013). *Pemodelan Anomali Luas Panen Padi dan Anomali Curah Hujan di Kabupaten Bojonegoro dengan Pendekatan Robust LTS*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sutabaya.
- Chen, C. (2002). Robust Regression and Outlier Detection with the ROBUSTREG Procedure. *SUGI Proceedings*, 265-27.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences* (3th ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Daniel, W. W. (1987). *Statistika Non Parametrik*. Diterjemahkan oleh : Alex Tri Kantjono W. Jakarta: PT. Gramedia.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (3 ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Haryono. (2011). *Pedoman Umum : Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Hoelman, M. B., Parhusip, B. T., Eko, S., Bahagijo, S., & Santono, H. (2015). *PANDUAN SDGs : Untuk Pemerintah Daerah (Kota dan Kabupaten) dan Pemangku Kepentingan Daerah*. Jakarta: INFID.
- Ibrahim, A. (2008). *Prinsip-prinsip Tanaman Padi Metode SRI Organik*. Banda Aceh: Youth Service Foundation.

- Irawan, B. (2006). Fenomena Anomali Iklim El Nino dan La Nina : Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya terhadap Produksi Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 24, hal. 28-65. Bogor: Pasat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.
- Iskandar, I. (2017). *Iklim dan Lingkungan Hidup : Bersiap Menyongsong La Nina*. Dipetik Juli 5, 2017, dari http://www.unisosdem.org/article_detail.php?aid=9128&coid=1&caid=56&gid=3
- Junaidi. (2014). *Deskripsi Data Melalui Box-Plot*. Dipetik Mei 6, 2017, dari ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/278022464>
- Maronna, R. A., Martin, R. D., & Yohai, V. J. (2006). *Robust Statistics : Theory and Methods*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Mendenhall, W., & Sincich, T. (2012). *A Second Course in Statistics Regression Analysis* (7th ed.). (D. Lynch, Penyunt.) United States of America: Pearson Education Inc.
- Myers, R. H. (1990). *Classical and Modern Regression with Application*. Boston: PWS.
- Purnamaningsih, R. (2006). Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Varietas Padi melalui Kultur In Vitro. *Jurnal AgroBiogen*, 2(2), 74-80.
- Rousseeuw, P., & Yohai, V. (1984). Robust Regression by Means of S-Estimators. Dalam J. Franke, W. Hardle, & D. Martin, *Robust and Nonlinear Time Series Analysis* (hal. 256-272). New York: Spinger-Verlag.
- Ryan, T. P. (1997). *Modern Regression Methods*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Salibian, M., & Yohai, V. J. (2006). A Fast Algorithm for S-Regression Estimates. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 15(2), 414-427.

- Saputra, C. W. (2014). *Pemodelan Regresi Robust LTS dan Uji Kesamaan Model Anomali Luas Panen Padi pada Beberapa Kabupaten di Jawa Timur*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Srinadi, I. A. (2014). *Pengaruh Outlier Terhadap Estimator Parameter Regresi dan Metode Regresi Robust*. Tugas Akhir, Universitas Udayana, Bali.
- Subagyono, K., Dariah, A., Kurnia, U., & Surmaini, E. (2005). *Pengelolaan Air pada Tanah Sawah*. Dipetik Mei 3, 2017, dari http://books.google.co.id/books/about/Pengelolaan_Air_pada_Tanah_Sawah.html
- Susanti, Y., Pratiwi, H., H., S. S., & Liana, T. (2014). M Estimation, S Estimation, and MM Estimation in Robust Regression. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 91(3), 349-360.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists* (6th ed.). USA: Pearson Education, Inc.
- Yoheser, R. (2014). *Curah Hujan*. Dipetik Februari 20, 2017, dari Academia: www.academia.edu/8435150/Curah_Hujan
- Yulianto, & Sudibiyakto. (2012). Kajian Dampak Variabilitas Curah Hujan Terhadap Produktivitas Padi Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Magelang. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(1).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 1A Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Jember

Tahun	LP1	CH1	CH2	CH3	CH4
1997	69254	503,75	275,25	55	174,5
1998	68676	267,25	404	213,25	242,5
1999	75947	508,25	425,25	311	287,25
2000	74684	337,5	295,75	425,5	303,25
2001	73420	291,5	373	214,25	155,75
2002	69471	478,5	584	305,75	181,25
2003	73310	369,75	421,5	370	131
2004	69181	287,25	292	305,75	79,5
2005	71683	191,25	305	305,5	128
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	76496	417,25	284,25	506	335,25

Tahun	LP2	CH5	CH6	CH7	CH8
1997	40842	65	29,5	4	2,25
1998	51443	94	179,25	159,5	24,25
1999	51486	115,25	17,5	46	17,25
2000	50676	146,5	67,25	5	32
2001	48663	105,75	109,75	54,25	2,75
2002	52990	50	0	3,5	2,25
2003	49660	99,25	4,25	3,75	0
2004	50017	115	1,75	31,75	0
2005	51492	17,5	114,5	36,25	24,25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	60215	168,25	20,5	9,25	0

Lampiran 1A (Lanjutan)

Tahun	LP3	CH9	CH10	CH11	CH12
1997	17209	0	35,75	162,25	270,25
1998	30647	89,5	346,5	193,75	506,25
1999	23195	34,75	214	317	597
2000	21820	34	192,25	392,75	128,75
2001	20284	35	228,25	263,75	358,75
2002	17759	6,25	12,75	233,25	300,25
2003	15143	7,5	29	345,5	334,75
2004	16175	8	86	180	594,5
2005	16017	5,75	130,5	125,75	488
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	18396	14	91,25	287	540,5

Lampiran 1B Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Banyuwangi

Tahun	LP1	CH1	CH2	CH3	CH4
1997	59270	278,25	294,5	103	81
1998	45331	407,25	389,5	317,5	337
1999	62856	522,75	470,25	415	331,75
2000	57888	477	289	239,75	215,75
2001	55468	119,25	81	341,25	76,25
2002	53581	325,25	362,5	180,75	52,75
2003	52201	210,75	405	148,75	37,25
2004	53656	269,25	243,75	247,25	44,75
2005	50206	110,5	213	254,75	107
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	53459	275,75	201	285,5	283,5

Lampiran 1B (Lanjutan)

Tahun	LP2	CH5	CH6	CH7	CH8
1997	17198	95,75	34	37,25	3
1998	30868	162,25	203	197,75	72,25
1999	24237	97	122	170,25	49
2000	31509	246,25	122	0	19,5
2001	22815	15,75	78,5	87,5	7,5
2002	30518	14,5	3,75	10,5	9,75
2003	32176	158,75	27,75	16,25	7,5
2004	31775	42,75	0,75	35	5
2005	25321	2,25	36,25	17,5	18,75
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	34135	146	34,25	26,5	0

Tahun	LP3	CH9	CH10	CH11	CH12
1997	25792	0	0,5	4,25	204,5
1998	36045	87,25	211	315,5	320,25
1999	35886	5,25	34,75	274,5	482
2000	36111	0	86,25	187,5	148,75
2001	35230	2,25	51,5	103,25	245,75
2002	25078	0	0	12	97
2003	25599	22	17,5	116,25	204,5
2004	23549	19,25	0	53,75	265,25
2005	25701	14,75	36	0	404,5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	27859	4	4,75	95,25	263,25

Lampiran 1C Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Ngawi

Tahun	LP1	CH1	CH2	CH3	CH4
1997	40701	285,25	375,25	126	243,75
1998	39428	203	431,5	413,25	191,5
1999	40913	365,5	408,5	290,25	354,75
2000	41776	316,5	333,75	212,5	285,5
2001	41386	354,75	305,25	518	281,75
2002	40518	379,75	169,75	182	183,75
2003	42623	231	319,25	200,5	77,25
2004	41623	243	287,5	338,75	96,5
2005	41940	67,25	257	306,75	255
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	42301	188,375	132,75	325,75	237

Tahun	LP2	CH5	CH6	CH7	CH8
1997	35183	46	17,75	29,75	0
1998	37633	206,25	144	188,25	59,5
1999	40708	154,25	18	114	39,25
2000	41182	219,75	28,75	37,75	62,75
2001	40146	93	52,75	50,5	0
2002	39402	24,25	0	0	9,5
2003	38484	87	15	0	0
2004	40206	103,5	0	38,25	0
2005	38992	21,25	114,75	86,5	29,25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	38157	189,25	54,75	8,25	0

Lampiran 1C (Lanjutan)

Tahun	LP3	CH9	CH10	CH11	CH12
1997	11867	0	66	121,5	336,25
1998	18813	107,5	343,5	350,5	247,5
1999	15166	5,5	296,5	409	249,5
2000	18414	36,25	282,5	369,75	82,5
2001	19299	9,25	342,25	242,5	109,25
2002	15217	0	29	319,75	404,75
2003	12484	36	132,5	243,75	254
2004	15764	0	8	33,25	445,25
2005	14877	98,75	0	202,5	267,5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	25416	9,5	52,5	283	207,75

Lampiran 1D Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Bojonegoro

Tahun	LP1	CH1	CH2	CH3	CH4
1997	70920	465,5	336	161	161
1998	58295	444,75	430,75	281,5	250,25
1999	70234	424,25	238,5	435,5	287,5
2000	68694	442,5	136	310,75	299,25
2001	65431	247,5	175,5	334,25	119
2002	64754	177,75	217,5	210,75	184,5
2003	67190	219	276	181,75	40,75
2004	71932	380,25	241	507	193,5
2005	62672	228	302	288,25	222,5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	76670	192,75	178	329,25	280

Lampiran 1D (Lanjutan)

Tahun	LP2	CH5	CH6	CH7	CH8
1997	18269	14	5,25	3,25	0
1998	29458	106	80,25	109,75	43,75
1999	23343	109	23,5	70	32,75
2000	18934	173,5	69,5	5	17,5
2001	24811	26	152,5	56	1,75
2002	24770	23,25	0	16,75	0
2003	26766	76,25	0,25	0	0
2004	28061	84	24,25	50	0
2005	28671	78,75	107,25	27,75	69
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	48536	230,25	44,5	0,75	0

Tahun	LP3	CH9	CH10	CH11	CH12
1997	5519	0	16,25	145,75	289
1998	10811	103	264,25	277,25	342,25
1999	8090	10,5	237,5	355,25	266
2000	6722	72,75	284,5	572,25	161
2001	6456	55,5	126,5	151,75	219,25
2002	4561	0	0	141,25	239,75
2003	5873	1,25	163,25	224,25	219,5
2004	6630	4,75	9,75	79	147,75
2005	7238	43	75	131	393,5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	12720	23,25	81,5	417,5	303,5

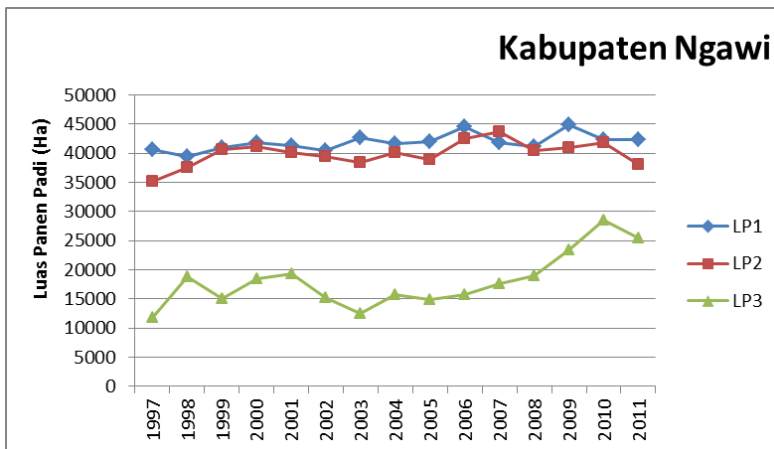
Lampiran 1E Data Luas Panen per Periode (Ha) dan Curah Hujan Bulanan (mm) di Kab. Lamongan

Tahun	LP1	CH1	CH2	CH3	CH4
1997	70710	337,25	232,75	143,75	153,5
1998	68101	118,25	197	187,25	113,5
1999	70207	246,25	119,5	235	233,25
2000	69293	286,5	244	283,5	183
2001	60336	201,75	138,75	207	108,5
2002	67810	225,5	168,5	115,5	101,25
2003	59018	171	182,75	156,5	50,75
2004	65173	250,75	180,5	341,5	54
2005	62672	227,75	102,5	151,25	106,75
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	62453	291,5	155,75	194	214,5

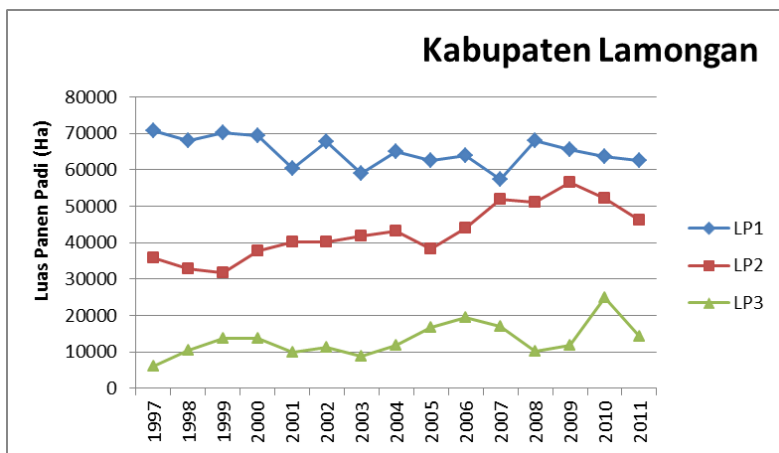
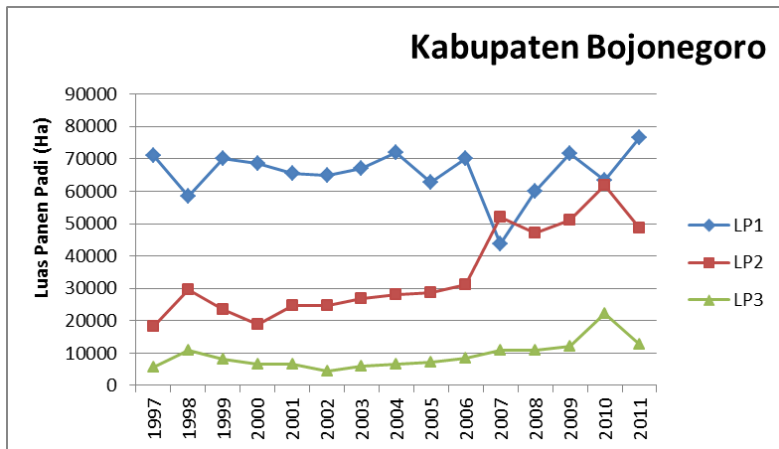
Tahun	LP2	CH5	CH6	CH7	CH8
1997	35871	24,75	23,25	0	0
1998	32845	124,75	84,5	91,25	0
1999	31869	11,75	29,5	26,75	11,75
2000	37795	95,75	53,25	23,25	5,25
2001	40194	34,25	101	36,8	0
2002	40342	33,75	0	0	0
2003	41756	129,5	20,25	0	0
2004	43155	137	62,75	9,75	0
2005	38332	10,75	96,75	11,25	12
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	46315	253,25	29,75	8,75	4,25

Lampiran 1E (Lanjutan)

Tahun	LP3	CH9	CH10	CH11	CH12
1997	6252	0	15,5	44	254
1998	10604	89,25	174,5	176,25	227
1999	13790	2	98,5	196,5	268,75
2000	13732	0	176,25	161	52,25
2001	9870	5	66,75	151,25	260,25
2002	11206	0	1,5	107,5	103
2003	8987	12	53	229,75	156,75
2004	11850	0	18,25	98	182,75
2005	16705	23,75	111,25	182,25	225
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2011	14303	4,5	38,75	305	463,5

Lampiran 2A Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan

Lampiran 2A (Lanjutan)



Lampiran 2B Statistika Deskriptif Luas Panen Padi per Periode**KABUPATEN JEMBER****Descriptive Statistics: LP1, LP2, LP3**

Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
LP1	71844	3361	66156	76496
LP2	52328	4715	40842	60215
LP3	19089	4021	15143	30647

KABUPATEN BANYUWANGI**Descriptive Statistics: LP1, LP2, LP3**

Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
LP1	52215	7164	31184	62856
LP2	30282	6509	17198	46836
LP3	30297	5029	23549	37099

KABUPATEN NGAWI**Descriptive Statistics: LP1, LP2, LP3**

Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
LP1	41867	1439	39428	44982
LP2	39986	2123	35183	43755
LP3	18122	4664	11867	28631

KABUPATEN BOJONEGORO**Descriptive Statistics: LP1, LP2, LP3**

Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
LP1	65712	7808	43869	76670
LP2	34329	13832	18269	61869
LP3	9263	4411	4561	22316

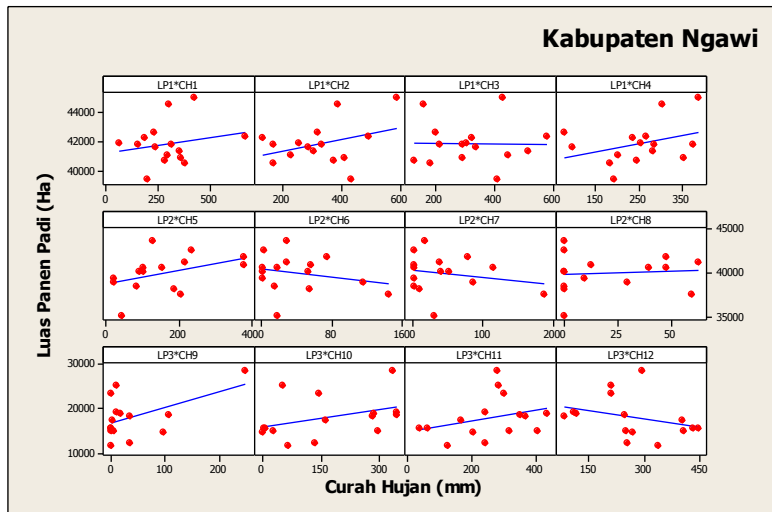
KABUPATEN LAMONGAN**Descriptive Statistics: LP1, LP2, LP3**

Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
LP1	64975	4095	57481	70710
LP2	42970	7431	31869	56687
LP3	13396	4685	6252	25002

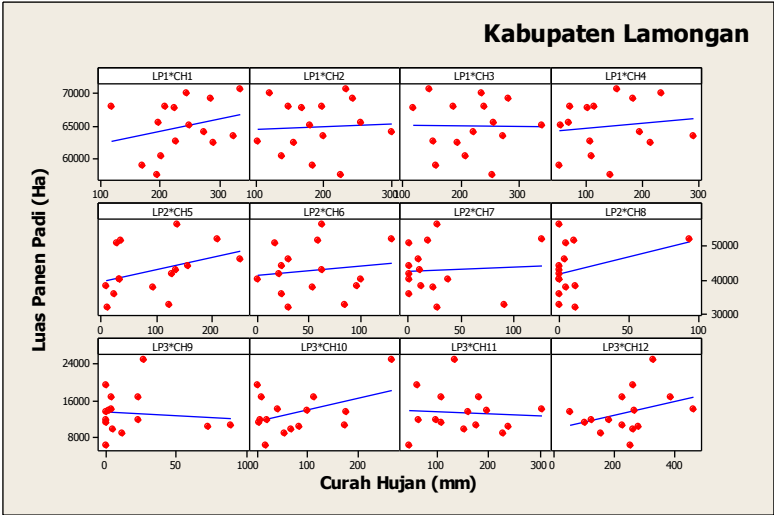
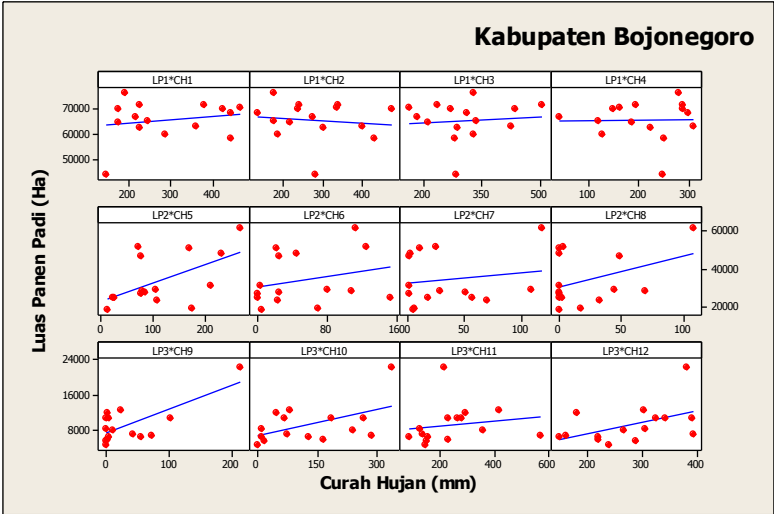
Lampiran 2C Rata-rata Curah Hujan per Bulan di 5 Kabupaten

Variabel	Jember	Banyuwangi	Ngawi	Bojonegoro	Lamongan
CH1	373,6	294,6	299,8	294,7	237,4
CH2	351,5	291,3	326,2	280,7	190
CH3	290,8	249,1	321,9	305,7	217,6
CH4	207	147,3	249,5	210,5	139,1
CH5	115,5	95,6	158,2	114,6	95,5
CH6	61	53,1	40,4	52,9	52,98
CH7	33,9	46,4	43,1	32,8	25,27
CH8	12,68	18,43	20,53	21,67	9,45
CH9	31,3	15,9	38,4	35,7	17,62
CH10	136,2	42,3	165,4	127,1	74,5
CH11	241,2	93,4	254,8	240,3	150,4
CH12	389,1	242,8	270,2	277,5	238,3

Lampiran 2D Scatterplot Curah Hujan dan Luas Panen Padi Kab. Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan



Lampiran 2D (Lanjutan)



Lampiran 2E Koefisien dan *P-value* Korelasi Pearson dan Tau-Kendall antara Luas Panen Padi dengan Curah Hujan

KABUPATEN NGAWI

Variabel		Pearson		Tau-Kendall	
		Koef	P-value	Koef	P-value
LP1	CH1	0,198	0,480	-0,010	0,961
	CH2	0,355	0,195	0,105	0,586
	CH3	-0,006	0,984	0,067	0,729
	CH4	0,349	0,203	0,257	0,181
LP2	CH5	0,427	0,113	0,440*	0,023
	CH6	-0,232	0,405	-0,077	0,691
	CH7	-0,213	0,447	-0,108	0,582
	CH8	0,079	0,780	0,128	0,529
LP3	CH9	0,510	0,052	0,210	0,289
	CH10	0,384	0,158	0,314	0,102
	CH11	0,309	0,262	0,181	0,347
	CH12	-0,319	0,246	-0,295	0,125

*) signifikan pada taraf nyata 5%

KABUPATEN BOJONEGORO

Variabel		Pearson		Tau-Kendall	
		Koef	P-value	Koef	P-value
LP1	CH1	0,210	0,453	0,048	0,805
	CH2	-0,128	0,650	-0,105	0,586
	CH3	0,095	0,737	0,048	0,805
	CH4	0,013	0,965	0,048	0,805
LP2	CH5	0,557*	0,031	0,371	0,054
	CH6	0,263	0,344	0,257	0,181
	CH7	0,164	0,558	0,077	0,691
	CH8	0,379	0,163	0,170	0,402
LP3	CH9	0,714**	0,003	0,276	0,161
	CH10	0,500	0,058	0,276	0,151
	CH11	0,169	0,547	0,295	0,125
	CH12	0,479	0,071	0,314	0,102

*) signifikan pada taraf nyata 5%, **) signifikan pada taraf nyata 1%

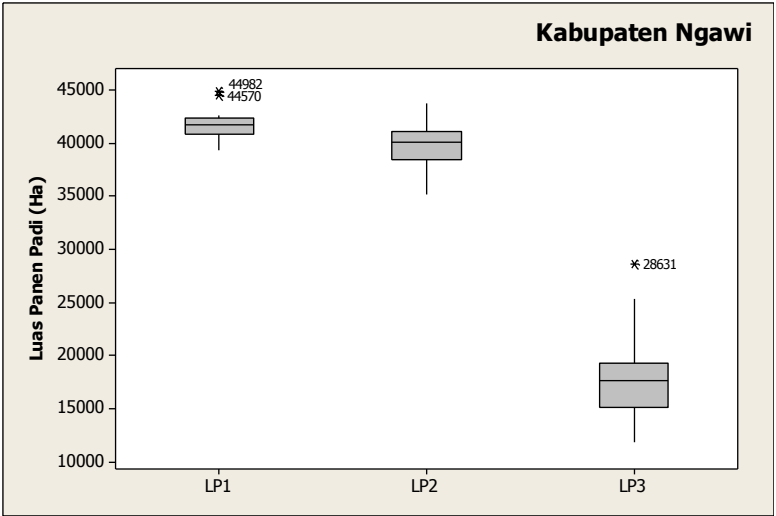
Lampiran 2E (Lanjutan)

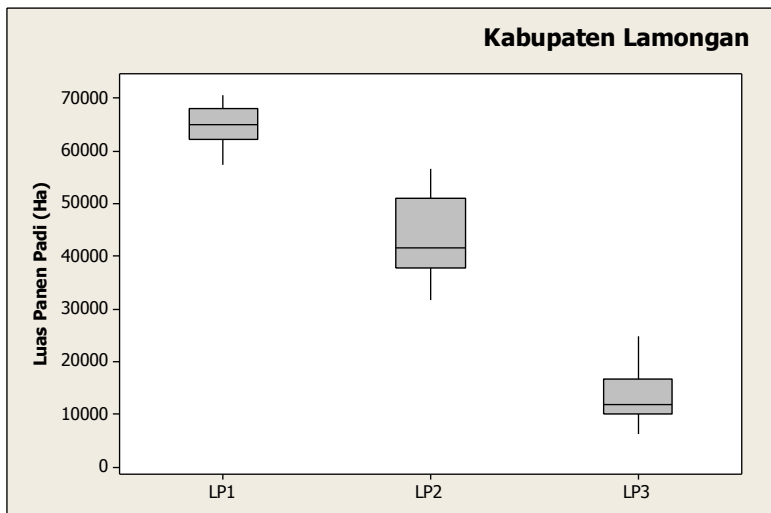
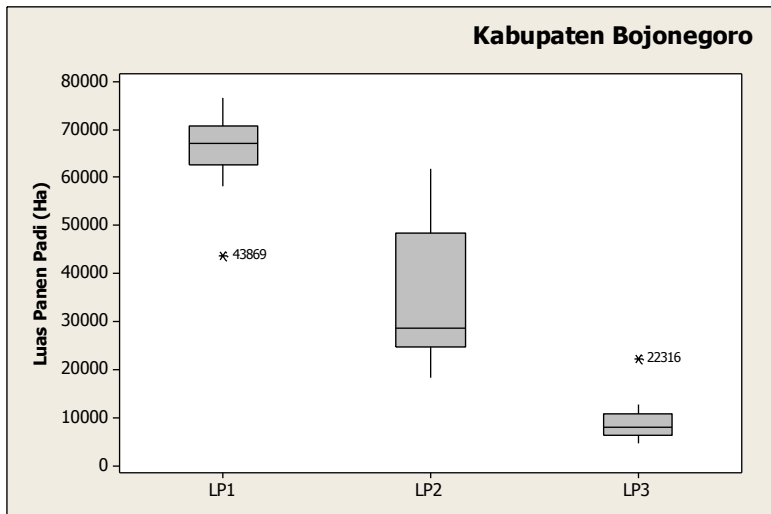
KABUPATEN LAMONGAN

Variabel		Pearson		Tau-Kendall	
		Koef	P-value	Koef	P-value
LP1	CH1	0,268	0,333	0,219	0,255
	CH2	0,054	0,847	0,029	0,882
	CH3	-0,013	0,963	0,010	0,961
	CH4	0,137	0,626	0,520	0,520
LP2	CH5	0,383	0,159	0,448*	0,020
	CH6	0,130	0,643	0,105	0,586
	CH7	0,061	0,829	-0,050	0,801
	CH8	0,323	0,240	0,122	0,553
LP3	CH9	-0,094	0,738	0,010	0,960
	CH10	0,436	0,104	0,105	0,586
	CH11	-0,055	0,845	-0,029	0,882
	CH12	0,349	0,203	0,238	0,216

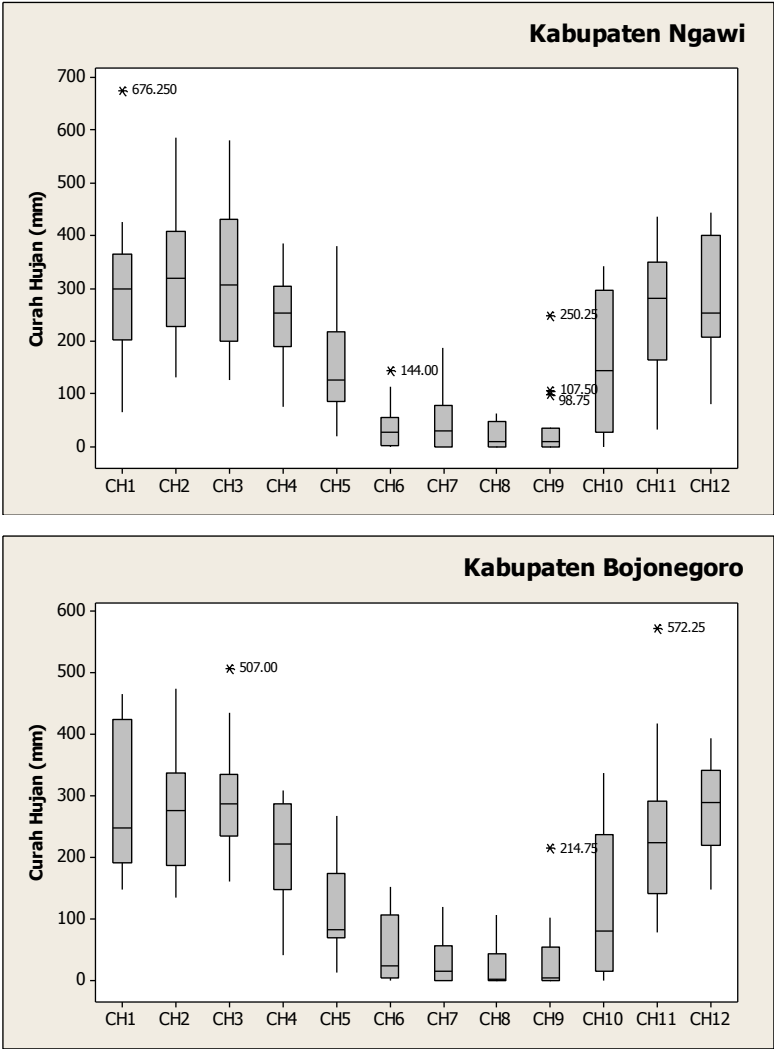
*) signifikan pada taraf nyata 5%

Lampiran 3A *Boxplot* Luas Panen Padi per Periode di Kabupaten Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan

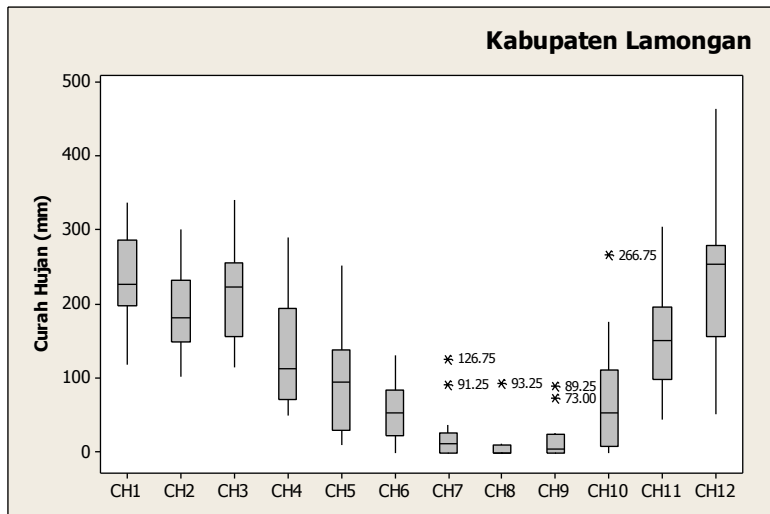


Lampiran 3A (Lanjutan)

Lampiran 3B *Boxplot* Curah Hujan per Bulan di Kabupaten Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan



Lampiran 3B (Lanjutan)



Lampiran 3C Nilai *DFIT*S Luas Panen Padi di 5 Kabupaten

KABUPATEN JEMBER

Tahun	DFIT1	DFIT2	DFIT3
1997	-1,51245*	-1,17751*	0,14373
1998	-0,43764	0,12168	2,98787*
1999	0,29305	-0,02593	0,71102
2000	0,28076	-0,81047	0,92775
2001	0,52085	-0,30750	-0,26597
2002	-1,79593*	0,52204	0,45771
2003	0,42751	-0,10493	-0,00114
2004	-0,06338	-0,09687	-0,36001
2005	0,53458	0,29825	-0,77315
2006	-0,59651	-0,36098	0,39296
2007	-0,89520	0,32918	-0,06426
2008	-1,31938*	1,78194*	-1,31933*
2009	1,08593	0,75858	-0,14616
2010	0,36902	-0,61568	-22,10959
2011	0,62611	0,82062	0,27471

*) Keterangan : Data *Outlier*

Lampiran 3C (Lanjutan)**KABUPATEN BANYUWANGI**

Tahun	DFIT1	DFIT2	DFIT3
1997	0,68873	-0,85134	-0,18896
1998	-0,87978	0,83436	-2,26003*
1999	2,38347*	-0,15742	3,11147*
2000	0,06183	-1,92217*	-1,35338*
2001	1,64411*	-0,10387	0,32189
2002	-0,06528	-0,14377	-0,50877
2003	0,18950	0,17309	-0,49877
2004	0,04355	0,30271	-0,32551
2005	0,26357	-1,33022*	-1,28681*
2006	-0,05833	0,15201	-0,08862
2007	-2,13302*	2,25741*	1,14675
2008	0,27194	-0,02273	-0,16903
2009	-0,63875	0,00820	0,09214
2010	-0,26622	-1,14847	1,97655*
2011	0,42300	0,81182	-0,04821

*) Keterangan : Data *Outlier*

KABUPATEN NGAWI

Tahun	DFIT1	DFIT2	DFIT3
1997	-0,77691	-1,21378*	-0,45015
1998	-1,93587*	-0,95913	-0,29814
1999	-0,65397	0,30563	-0,50025
2000	-0,12595	-0,00071	-0,24684
2001	-0,11447	0,27705	0,19824
2002	-0,67695	-0,01813	-0,15744
2003	0,96119	-0,24459	-0,41964
2004	0,28377	0,07510	0,19237
2005	0,17926	1,22839*	-1,68328*
2006	0,95152	0,38594	0,13538
2007	-0,06548	0,91090	0,33376
2008	-0,02296	-0,01172	-0,05048
2009	1,56997*	-0,48780	0,58222
2010	0,16835	0,10650	3,87875*
2011	0,53010	-0,50757	1,46922*

*) Keterangan : Data *Outlier*

Lampiran 3C (Lanjutan)

KABUPATEN BOJONEGORO

Tahun	DFIT1	DFIT2	DFIT3
1997	0,56519	-0,18945	-0,29670
1998	-0,84503	-0,24578	-0,39959
1999	0,16279	-0,35790	0,16481
2000	-0,03615	-1,26658*	-3,02668*
2001	-0,08536	-0,64387	-0,37132
2002	0,01784	0,14520	-0,38512
2003	0,22758	-0,02647	0,01358
2004	0,58233	0,05779	0,52438
2005	-0,06502	-1,13804	-0,87899
2006	1,17054*	-0,50909	0,06829
2007	-2,15761*	1,41316*	0,29556
2008	-0,47793	1,18733*	0,70750
2009	0,67641	0,58770	1,17397
2010	-0,20525	1,56721*	5,09561*
2011	1,13760	0,32150	0,74219

*) Keterangan : Data *Outlier*

KABUPATEN LAMONGAN

Tahun	DFIT1	DFIT2	DFIT3
1997	1,20507*	-0,30960	-2,15138*
1998	1,87440*	-1,40743*	-0,95488
1999	1,31346*	-0,70815	-0,12301
2000	0,44725	-0,18276	-0,19560
2001	-0,37500	0,02780	-0,36507
2002	0,39933	0,06849	0,28073
2003	-0,72053	-0,16412	-0,10183
2004	0,04857	-0,18666	-0,01654
2005	-0,39421	-1,26039*	0,26511
2006	-0,36086	-0,11387	1,03852
2007	-0,84627	0,58267	0,29349
2008	0,43407	0,81299	0,13908
2009	0,20364	1,01674	0,38300
2010	-0,60679	2,45496*	1,65446*
2011	-0,43216	-0,51571	0,03624

*) Keterangan : Data *Outlier*

Lampiran 4A Output Minitab Regresi OLS Kab. Jember

Regression Analysis: LP1 versus CH1, CH2, CH3, CH4

The regression equation is

$$LP1 = 65624 + 10.0 \text{ CH1} + 0.2 \text{ CH2} + 0.49 \text{ CH3} + 10.0 \text{ CH4}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	65624	4845	13.54	0.000
CH1	10.023	7.583	1.32	0.219
CH2	0.17	11.90	0.01	0.989
CH3	0.487	8.654	0.06	0.956
CH4	10.02	10.65	0.94	0.372

S = 3277.55 R-Sq = 28.3% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	38235655	9558914	0.89	0.508
Residual Error	9	96680867	10742319		
Total	13	134916521			

Regression Analysis: LP2 versus CH5, CH6, CH7, CH8

The regression equation is

$$LP2 = 47241 + 25.5 \text{ CH5} + 20.7 \text{ CH6} - 19.2 \text{ CH7} + 76.4 \text{ CH8}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	47241	3095	15.26	0.000
CH5	25.51	23.14	1.10	0.299
CH6	20.67	35.14	0.59	0.571
CH7	-19.21	46.30	-0.41	0.688
CH8	76.42	75.49	1.01	0.338

S = 4538.90 R-Sq = 24.2% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	59185822	14796455	0.72	0.600
Residual Error	9	185414537	20601615		
Total	13	244600358			

Regression Analysis: LP3 versus CH9, CH10, CH11, CH12

The regression equation is

$$LP3 = 17160 + 4.6 \text{ CH9} + 31.8 \text{ CH10} - 7.3 \text{ CH11} - 2.32 \text{ CH12}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	17160	3748	4.58	0.001
CH9	4.64	20.23	0.23	0.824
CH10	31.83	11.71	2.72	0.024
CH11	-7.28	10.46	-0.70	0.504
CH12	-2.322	6.927	-0.34	0.745

S = 3012.73 R-Sq = 63.8% R-Sq(adj) = 47.7%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	144106534	36026633	3.97	0.040
Residual Error	9	81689064	9076563		
Total	13	225795597			

Lampiran 4B *Output* Minitab Regresi OLS Kab. Banyuwangi

Regression Analysis: LP1 versus CH1, CH2, CH3, CH4

The regression equation is

$$LP1 = 43864 + 36.3 CH1 + 0.1 CH2 + 3.5 CH3 - 24.5 CH4$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	43864	10544	4.16	0.002
CH1	36.30	24.34	1.49	0.170
CH2	0.13	24.67	0.01	0.996
CH3	3.47	32.29	0.11	0.917
CH4	-24.52	33.65	-0.73	0.485

S = 7556.13 R-Sq = 28.3% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	203040731	50760183	0.89	0.508
Residual Error	9	513855586	57095065		
Total	13	716896317			

Regression Analysis: LP2 versus CH5, CH6, CH7, CH8

The regression equation is

$$LP2 = 30675 - 20.0 CH5 + 7.4 CH6 - 129 CH7 + 351 CH8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	30675	2784	11.02	0.000
CH5	-19.95	29.52	-0.68	0.516
CH6	7.44	59.66	0.12	0.904
CH7	-128.89	56.68	-2.27	0.049
CH8	350.9	157.4	2.23	0.053

S = 6017.17 R-Sq = 43.6% R-Sq(adj) = 18.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	251405509	62851377	1.74	0.226
Residual Error	9	325857466	36206385		
Total	13	577262974			

Regression Analysis: LP3 versus CH9, CH10, CH11, CH12

The regression equation is

$$LP3 = 28552 - 134 CH9 + 93.0 CH10 + 14.2 CH11 - 5.5 CH12$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	28552	2531	11.28	0.000
CH9	-134.32	78.96	-1.70	0.123
CH10	92.97	44.86	2.07	0.068
CH11	14.17	17.77	0.80	0.446
CH12	-5.55	10.97	-0.51	0.625

S = 3730.73 R-Sq = 64.0% R-Sq(adj) = 48.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	222497384	55624346	4.00	0.039
Residual Error	9	125264965	13918329		
Total	13	347762349			

Lampiran 4C Output Minitab Regresi OLS Kab. Ngawi

Regression Analysis: LP1 versus CH1, CH2, CH3, CH4

The regression equation is

$$LP1 = 39694 + 0.51 CH1 + 4.87 CH2 - 1.99 CH3 + 3.88 CH4$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	39694	1617	24.55	0.000
CH1	0.506	3.761	0.13	0.896
CH2	4.865	4.400	1.11	0.298
CH3	-1.989	3.410	-0.58	0.574
CH4	3.882	4.784	0.81	0.438

S = 1531.72 R-Sq = 26.6% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	7660528	1915132	0.82	0.546
Residual Error	9	21115455	2346162		
Total	13	28775984			

Regression Analysis: LP2 versus CH5, CH6, CH7, CH8

The regression equation is

$$LP2 = 39286 + 9.38 CH5 - 10.5 CH6 - 7.3 CH7 + 5.1 CH8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	39286	1044	37.63	0.000
CH5	9.384	5.536	1.70	0.124
CH6	-10.54	20.81	-0.51	0.625
CH7	-7.28	18.56	-0.39	0.704
CH8	5.14	31.09	0.17	0.872

S = 2098.75 R-Sq = 33.4% R-Sq(adj) = 3.8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	19869466	4967367	1.13	0.402
Residual Error	9	39642658	4404740		
Total	13	59512125			

Regression Analysis: LP3 versus CH9, CH10, CH11, CH12

The regression equation is

$$LP3 = 14426 + 29.8 CH9 + 13.1 CH10 - 1.7 CH11 + 0.5 CH12$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	14426	6302	2.29	0.048
CH9	29.75	16.27	1.83	0.101
CH10	13.14	12.50	1.05	0.320
CH11	-1.75	12.57	-0.14	0.893
CH12	0.49	13.50	0.04	0.972

S = 3680.57 R-Sq = 50.8% R-Sq(adj) = 28.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	125669800	31417450	2.32	0.136
Residual Error	9	121919366	13546596		
Total	13	247589166			

Lampiran 4D Output Minitab Regresi OLS Kab. Bojonegoro

Regression Analysis: LP1 versus CH1, CH2, CH3, CH4

The regression equation is

$$LP1 = 59677 + 28.1 CH1 + 3.0 CH2 + 3.3 CH3 - 24.8 CH4$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	59677	11425	5.22	0.001
CH1	28.10	21.89	1.28	0.231
CH2	2.95	23.68	0.12	0.903
CH3	3.34	26.07	0.13	0.901
CH4	-24.82	32.39	-0.77	0.463

S = 8157.16 R-Sq = 17.4% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	125918317	31479579	0.47	0.755
Residual Error	9	598852695	66539188		
Total	13	724771012			

Regression Analysis: LP2 versus CH5, CH6, CH7, CH8

The regression equation is

$$LP2 = 21333 + 76.0 CH5 + 59.2 CH6 - 51 CH7 + 108 CH8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	21333	7424	2.87	0.018
CH5	76.03	57.06	1.33	0.216
CH6	59.19	82.86	0.71	0.493
CH7	-50.5	122.3	-0.41	0.689
CH8	107.8	154.1	0.70	0.502

S = 13279.5 R-Sq = 35.5% R-Sq(adj) = 6.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	875298263	218824566	1.24	0.360
Residual Error	9	1587101281	176344587		
Total	13	2462399543			

Regression Analysis: LP3 versus CH9, CH10, CH11, CH12

The regression equation is

$$LP3 = 3091 + 49.7 CH9 - 1.7 CH10 + 2.0 CH11 + 14.1 CH12$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3091	4431	0.70	0.503
CH9	49.70	27.58	1.80	0.105
CH10	-1.73	19.61	-0.09	0.932
CH11	2.00	12.95	0.15	0.881
CH12	14.07	12.70	1.11	0.296

S = 3340.61 R-Sq = 61.3% R-Sq(adj) = 44.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	159177496	39794374	3.57	0.052
Residual Error	9	100437222	11159691		
Total	13	259614718			

Lampiran 4E Output Minitab Regresi OLS Kab. Lamongan

Regression Analysis: LP1 versus CH1, CH2, CH3, CH4

The regression equation is

$$LP1 = 61251 + 24.9 CH1 - 3.5 CH2 - 5.9 CH3 + 0.2 CH4$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	61251	7087	8.64	0.000
CH1	24.93	28.72	0.87	0.408
CH2	-3.45	24.97	-0.14	0.893
CH3	-5.86	21.66	-0.27	0.793
CH4	0.23	23.52	0.01	0.992

S = 4726.41 R-Sq = 11.8% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	26846930	6711733	0.30	0.871
Residual Error	9	201050642	22338960		
Total	13	227897572			

Regression Analysis: LP2 versus CH5, CH6, CH7, CH8

The regression equation is

$$LP2 = 37871 + 51.5 CH5 + 53.7 CH6 - 154 CH7 + 169 CH8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	37871	4692	8.07	0.000
CH5	51.55	37.80	1.36	0.206
CH6	53.70	85.12	0.63	0.544
CH7	-154.2	109.1	-1.41	0.191
CH8	169.1	129.0	1.31	0.223

S = 7514.54 R-Sq = 33.2% R-Sq(adj) = 3.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	252858949	63214737	1.12	0.405
Residual Error	9	508214258	56468251		
Total	13	761073207			

Regression Analysis: LP3 versus CH9, CH10, CH11, CH12

The regression equation is

$$LP3 = 9529 - 52.7 CH9 + 39.7 CH10 - 20.8 CH11 + 20.8 CH12$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	9529	4065	2.34	0.044
CH9	-52.66	47.73	-1.10	0.299
CH10	39.69	16.29	2.44	0.038
CH11	-20.78	22.01	-0.94	0.370
CH12	20.77	12.79	1.62	0.139

S = 4106.76 R-Sq = 50.5% R-Sq(adj) = 28.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	154609060	38652265	2.29	0.139
Residual Error	9	151789580	16865509		
Total	13	306398640			

Lampiran 5A Contoh *Syntax* SAS Regresi Robust (*S-Estimation* dan *MM-Estimation*) untuk Periode 1 (Kabupaten Jember)

```

data lp1_jember;
    input Tahun LP1 CH1 CH2 CH3 CH4;
    datalines;
1997 69254 503.75 275.25 55 174.5
1998 68676 267.25 404 213.25 242.5
1999 75947 508.25 425.25 311 287.25
2000 74684 337.5 295.75 425.5 303.25
2001 73420 291.5 373 214.25 155.75
2002 69471 478.5 584 305.75 181.25
2003 73310 369.75 421.5 370 131
2004 69181 287.25 292 305.75 79.5
2005 71683 191.25 305 305.5 128
2006 70467 500.75 367.25 381.25 239.25
2007 67891 100 260 205.25 279.25
2008 66156 311.25 276 425.25 122.25
2009 74937 519 343.5 154.25 92.5
2010 76086 520.25 365.75 184.5 353.5
;
proc robustreg data=lp1_jember method=s (k0=1.547);
model LP1 = CH1 CH2 CH3 CH4 / diagnostics leverage;
id tahun;
run;
proc robustreg data=lp1_jember method=mm (initest=s k0=1.547);
model LP1 = CH1 CH2 CH3 CH4 / diagnostics leverage;
id tahun;
run;

```

Lampiran 5B Contoh *Syntax* SAS Regresi Robust (*S-Estimation* dan *MM-Estimation*) untuk Periode 2 (Kabupaten Jember)

```

data lp2_jember;
    input Tahun LP2 CH5 CH6 CH7 CH8;
    datalines;
1997  40842  65      29.5  4      2.25
1998  51443  94      179.25  159.5  24.25
1999  51486  115.25  17.5    46     17.25
2000  50676  146.5   67.25   5      32
2001  48663  105.75  109.75  54.25  2.75
2002  52990  50      0       3.5    2.25
2003  49660  99.25   4.25    3.75   0
2004  50017  115     1.75    31.75  0
2005  51492  17.5    114.5   36.25  24.25
2006  51309  181.5   10      0      1
2007  54566  108.25  89.5    14     1.25
2008  56523  73      19.25   0      57.75
2009  59565  151     105.5   42.25  2
2010  55467  241.5   146.75  99.25  23.25
;
proc robustreg data=lp2_jember method=s (k0=1.547);
model LP2 = CH5 CH6 CH7 CH8 / diagnostics leverage;
id tahun;
run;
proc robustreg data=lp2_jember method=mm (initest=s k0=1.547);
model LP2 = CH5 CH6 CH7 CH8 / diagnostics leverage;
id tahun;
run;

```

Lampiran 5C Contoh *Syntax* SAS Regresi Robust (*S-Estimation* dan *MM-Estimation*) untuk Periode 3 (Kabupaten Jember)

```
data lp3_jember;
  input Tahun LP3 CH9 CH10 CH11 CH12;
  datalines;
1997 17209 0 35.75 162.25 270.25
1998 30647 89.5 346.5 193.75 506.25
1999 23195 34.75 214 317 597
2000 21820 34 192.25 392.75 128.75
2001 20284 35 228.25 263.75 358.75
2002 17759 6.25 12.75 233.25 300.25
2003 15143 7.5 29 345.5 334.75
2004 16175 8 86 180 594.5
2005 16017 5.75 130.5 125.75 488
2006 17677 14.5 18.25 105.75 313.25
2007 16394 1.25 72 250.5 410.5
2008 15972 0.75 202.25 309.75 366
2009 17868 6.75 95 140.5 240.75
2010 21778 210.75 289.5 310 387.25
;
proc robustreg data=lp3_jember method=s (k0=1.547);
model LP3 = CH9 CH10 CH11 CH12 / diagnostics leverage;
id tahun;
run;
proc robustreg data=lp3_jember method=mm (initest=s k0=1.547);
model LP3 = CH9 CH10 CH11 CH12 / diagnostics leverage;
id tahun;
run;
```

Lampiran 6A *Output SAS Robust S-Estimation Kab. Jember*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	57752.98	4049.271	49816.56	65689.41	203.42	<.0001
CH1	1	-0.0280	5.8074	-11.4103	11.3543	0.00	0.9962
CH2	1	51.8830	14.9151	22.6499	81.1161	12.10	0.0005
CH3	1	-13.8975	6.9219	-27.4642	-0.3308	4.03	0.0447
CH4	1	0.5014	7.9953	-15.1691	16.1720	0.00	0.9500
Scale	0	3793.667					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Robust Mahalanobis		Leverage	Robust Residual	Outlier
		Distance	MCD Distance			
1	1997.000000	2.4514	8.5076	*	-0.5506	
6	2002.000000	2.6954	2.5034		-3.7984	*
13	2009.000000	2.0527	6.4379	*	0.3886	
14	2010.000000	2.1337	4.7735	*	0.4635	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.4191
Deviance	14391907

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	49160.96	2542.538	44177.67	54144.24	373.86	<.0001
CH5	1	12.6139	17.7365	-22.1491	47.3769	0.51	0.4770
CH6	1	1.5328	28.8273	-54.9677	58.0333	0.00	0.9576
CH7	1	-8.7340	37.4194	-82.0746	64.6067	0.05	0.8154
CH8	1	99.9596	59.3142	-16.2942	216.2134	2.84	0.0919
Scale	0	4075.377					

Lampiran 6A (Lanjutan)

Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis	Robust MCD	Leverage	Robust	Outlier
		Distance	Distance		Residual	
4	2000.000000	1.8336	7.5889	*	-0.8811	
9	2005.000000	2.2572	6.3939	*	-0.0424	
12	2008.000000	2.8967	13.5981	*	0.1568	
Goodness-of-Fit						
Statistic			Value			
R-Square			0.0000			
Deviance			16608694			
Parameter Estimates						
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square Pr > ChiSq
Intercept	1	18101.72	625.8665	16875.04	19328.39	836.52 <.0001
CH9	1	118.0406	12.9065	92.7442	143.3369	83.65 <.0001
CH10	1	-3.1734	2.4111	-7.8991	1.5523	1.73 0.1881
CH11	1	2.4542	1.9709	-1.4087	6.3172	1.55 0.2131
CH12	1	-5.4391	1.1464	-7.6860	-3.1923	22.51 <.0001
Scale	0	1288.233				
Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis	Robust MCD	Leverage	Robust	Outlier
		Distance	Distance		Residual	
2	1998.000000	2.3259	7.7353	*	4.1594	*
3	1999.000000	2.0933	2.2445		3.2134	*
12	2008.000000	1.6104	4.5253	*	0.2685	
14	2010.000000	3.3103	25.3546	*	-14.6997	*
Goodness-of-Fit						
Statistic			Value			
R-Square			0.7957			
Deviance			1659543			

Lampiran 6B *Output SAS Robust S-Estimation Kab. Banyuwangi*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	41254.29	3843.483	33721.20	48787.37	115.21	<.0001
CH1	1	26.7482	8.7599	9.5792	43.9172	9.32	0.0023
CH2	1	-4.8804	8.7298	-21.9904	12.2296	0.31	0.5761
CH3	1	31.1367	12.6192	6.4035	55.8698	6.09	0.0136
CH4	1	-11.8462	12.8832	-37.0969	13.4045	0.85	0.3578
Scale	0	4557.813					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Robust		Leverage	Robust Residual	Outlier
		Mahalanobis Distance	MCD Distance			
2	1998.000000	2.0307	4.7358	*	-2.3716	
3	1999.000000	2.7578	6.0699	*	0.2024	
11	2007.000000	1.3711	1.1915		-4.7716	*
14	2010.000000	2.5602	4.4949	*	-0.1292	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.3257
Deviance	20773663

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	29279.19	970.2613	27377.51	31180.86	910.63	<.0001
CH5	1	40.4065	11.0137	18.8201	61.9929	13.46	0.0002
CH6	1	-64.0266	19.8432	-102.919	-25.1348	10.41	0.0013
CH7	1	-4.2343	21.5191	-46.4109	37.9423	0.04	0.8440
CH8	1	-23.6847	61.0457	-143.332	95.9627	0.15	0.6980
Scale	0	3114.309					

Lampiran 6B (Lanjutan)

Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust		Robust Residual	Outlier
			MCD Distance	Leverage		
1	1997.000000	1.3385	1.1379		-4.3491	*
2	1998.000000	2.6739	26.2393	*	3.3968	*
3	1999.000000	2.0368	20.1895	*	0.2347	
11	2007.000000	2.1085	2.0529		6.2992	*
14	2010.000000	2.7394	18.3077	*	-0.1927	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.0000
Deviance	9698918

Parameter Estimates						
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits	Chi- Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	27100.33	1478.326	24202.86 29997.79	336.05	<.0001
CH9	1	-175.084	50.3011	-273.672 -76.4954	12.12	0.0005
CH10	1	151.3778	27.2016	98.0637 204.6919	30.97	<.0001
CH11	1	29.7623	8.8014	12.5120 47.0127	11.43	0.0007
CH12	1	-9.1344	6.0668	-21.0252 2.7564	2.27	0.1322
Scale	0	3065.181				

Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust		Robust Residual	Outlier
			MCD Distance	Leverage		
2	1998.000000	2.7665	14.4772	*	-4.6277	*
3	1999.000000	2.9126	7.1562	*	0.2210	
14	2010.000000	2.2375	12.6403	*	0.0408	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.8667
Deviance	9395333

Lampiran 6C *Output SAS Robust S-Estimation Kab. Ngawi*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	40013.31	630.3272	38777.89	41248.73	4029.74	<.0001
CH1	1	-2.7081	1.6631	-5.9677	0.5515	2.65	0.1035
CH2	1	11.3106	1.9170	7.5533	15.0678	34.81	<.0001
CH3	1	-3.7957	1.6598	-7.0488	-0.5425	5.23	0.0222
CH4	1	3.1105	1.9964	-0.8023	7.0234	2.43	0.1192
Scale	0	1214.533					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Robust		Leverage	Robust Residual	Outlier
		Mahalanobis Distance	MCD Distance			
2	1998.000000	2.0328	2.1363		-3.2467	*
9	2005.000000	1.8766	6.9927	*	-0.3515	
11	2007.000000	2.4267	7.9666	*	0.1828	
14	2010.000000	2.7390	9.5964	*	-0.0209	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.1565
Deviance	1475091

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	39261.08	499.1555	38282.75	40239.41	6186.61	<.0001
CH5	1	6.5532	2.1928	2.2554	10.8509	8.93	0.0028
CH6	1	-9.8684	8.1986	-25.9373	6.2006	1.45	0.2287
CH7	1	5.2512	7.9261	-10.2837	20.7861	0.44	0.5076
CH8	1	8.0953	12.7435	-16.8814	33.0721	0.40	0.5253
Scale	0	1761.928					

Lampiran 6C (Lanjutan)

Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust		Robust Residual	Outlier	
			MCD Distance	Leverage			
2	1998.000000	2.6483	6.9685	*	-1.7190		
3	1999.000000	2.5700	4.9514	*	-0.1718		
9	2005.000000	2.5737	6.2807	*	0.0188		
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.4038			
			Deviance	3104392			
Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi- Square Pr	> ChiSq
Intercept	1	16255.60	4916.147	6620.131	25891.07	10.93	0.0009
CH9	1	0.3042	21.1769	-41.2018	41.8101	0.00	0.9885
CH10	1	11.9233	9.4622	-6.6223	30.4690	1.59	0.2076
CH11	1	-3.9787	9.0072	-21.6326	13.6751	0.20	0.6587
CH12	1	-1.6538	10.3172	-21.8751	18.5675	0.03	0.8726
Scale	0	3726.784					
Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust		Robust Residual	Outlier	
			MCD Distance	Leverage			
2	1998.000000	1.5922	9.7211	*	0.0625		
9	2005.000000	2.5862	8.0792	*	-0.0431		
14	2010.000000	3.0693	23.1287	*	2.6663		
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.2397			
			Deviance	13888918			

Lampiran 6D *Output SAS Robust S-Estimation Kab. Bojonegoro*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	54059.82	7846.604	38680.75	69438.88	47.47	<.0001
CH1	1	15.8256	14.3092	-12.2199	43.8712	1.22	0.2687
CH2	1	23.4687	15.5230	-6.9558	53.8932	2.29	0.1306
CH3	1	4.3624	14.4773	-24.0126	32.7375	0.09	0.7632
CH4	1	8.6887	19.1044	-28.7553	46.1326	0.21	0.6493
Scale	0	7239.326					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Robust Mahalanobis		Leverage	Robust Residual	Outlier
		Distance	MCD Distance			
1	1997.000000	2.5724	4.5274	*	-0.0682	
4	2000.000000	2.3914	6.0310	*	0.0668	
10	2006.000000	2.2917	5.1581	*	-0.0486	
11	2007.000000	1.7704	1.8548		-3.1106	*

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.0000
Deviance	52407841

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	23145.01	2140.241	18950.21	27339.80	116.95	<.0001
CH5	1	51.2039	17.7685	16.3784	86.0295	8.30	0.0040
CH6	1	-333.527	56.2023	-443.682	-223.373	35.22	<.0001
CH7	1	55.7630	37.7063	-18.1401	129.6660	2.19	0.1392
CH8	1	522.3931	67.0771	390.9244	653.8617	60.65	<.0001
Scale	0	12288.63					

Lampiran 6D (Lanjutan)

Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis	Robust	Leverage	Robust	Outlier
		Distance	MCD			
5	2001.000000	2.5269	2.3415		3.8378	*
9	2005.000000	2.3308	7.6449	*	-0.0267	
11	2007.000000	1.9084	1.7439		5.1704	*
12	2008.000000	2.0932	6.1668	*	0.2301	
14	2010.000000	2.8450	7.6238	*	-0.0469	
Goodness-of-Fit						
Statistic			Value			
R-Square			0.0000			
Deviance			1.5101E8			
Parameter Estimates						
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square Pr > ChiSq
Intercept	1	-5364.04	1664.273	-8625.96	-2102.13	10.39 0.0013
CH9	1	34.8037	7.5229	20.0590	49.5484	21.40 <.0001
CH10	1	14.2121	5.7477	2.9468	25.4774	6.11 0.0134
CH11	1	-2.3805	3.8749	-9.9751	5.2141	0.38 0.5390
CH12	1	41.5062	4.6679	32.3573	50.6551	79.06 <.0001
Scale	0	2928.015				
Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis	Robust	Leverage	Robust	Outlier
		Distance	MCD			
4	2000.000000	3.0336	12.1049	*	0.0651	
13	2009.000000	1.7613	6.2439	*	3.3831	*
14	2010.000000	3.0042	5.8987	*	0.0365	
Goodness-of-Fit						
Statistic			Value			
R-Square			0.2825			
Deviance			8573271			

Lampiran 6E *Output SAS Robust S-Estimation Kab. Lamongan*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	32474.92	3239.352	26125.91	38823.94	100.50	<.0001
CH1	1	143.1490	13.6686	116.3590	169.9390	109.68	<.0001
CH2	1	-8.0429	7.8181	-23.3661	7.2804	1.06	0.3036
CH3	1	53.9292	10.2460	33.8473	74.0110	27.70	<.0001
CH4	1	-97.4949	11.5570	-120.146	-74.8435	71.17	<.0001
Scale	0	3963.258					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Robust Mahalanobis		Leverage	Robust Residual	Outlier
		Distance	MCD Distance			
1	1997.000000	2.5800	4.7157	*	-0.2414	
2	1998.000000	2.3679	4.8944	*	5.3619	*
3	1999.000000	2.2137	2.2370		3.4088	*
8	2004.000000	2.7363	5.1389	*	-3.7587	*

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.5019
Deviance	15707418

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	33209.51	2403.569	28498.60	37920.42	190.90	<.0001
CH5	1	58.7673	17.1949	25.0659	92.4687	11.68	0.0006
CH6	1	54.9007	39.2445	-22.0171	131.8184	1.96	0.1618
CH7	1	-128.659	43.9145	-214.730	-42.5884	8.58	0.0034
CH8	1	162.2729	54.9401	54.5922	269.9536	8.72	0.0031
Scale	0	6013.702					

Lampiran 6E (Lanjutan)

Goodness-of-Fit								
			Statistic	Value				
			R-Square	0.5938				
			Deviance	36164616				
Parameter Estimates								
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq	
Intercept	1	11998.21	3143.950	5836.182	18160.24	14.56	0.0001	
CH9	1	-60.1862	37.1433	-132.986	12.6134	2.63	0.1052	
CH10	1	38.2684	11.8011	15.1386	61.3981	10.52	0.0012	
CH11	1	-37.4191	17.8148	-72.3354	-2.5028	4.41	0.0357	
CH12	1	26.0994	9.5374	7.4063	44.7924	7.49	0.0062	
Scale	0	3580.130						
Diagnostics								
		Robust						
		Mahalanobis	MCD					
Obs	Tahun	Distance	Distance	Leverage	Robust Residual	Outlier		
1	1997.000000	1.5824	1.5484		-3.1625	*		
2	1998.000000	2.6329	9.7386	*	-0.5670			
12	2008.000000	2.4125	7.3891	*	0.3297			
14	2010.000000	2.8630	6.5874	*	0.2410			
Goodness-of-Fit								
			Statistic	Value				
			R-Square	0.4203				
			Deviance	12817333				

Lampiran 7A *Output SAS Robust MM-Estimation Kabupaten Jember*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	65563.75	5696.009	54399.77	76727.72	132.49	<.0001
CH1	1	10.5814	8.8764	-6.8160	27.9789	1.42	0.2332
CH2	1	-0.6237	14.1611	-28.3790	27.1315	0.00	0.9649
CH3	1	1.3035	10.3167	-18.9168	21.5238	0.02	0.8995
CH4	1	9.8279	12.3836	-14.4435	34.0993	0.63	0.4274
Scale	0	3793.667					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust MCD	Leverage	Robust Residual	Outlier
			Distance			
1	1997.000000	2.4514	8.5076	*	-0.8580	
13	2009.000000	2.0527	6.4379	*	0.7870	
14	2010.000000	2.1337	4.7735	*	0.4035	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.2529
AICR	11.3262
BICR	19.5495
Deviance	91448790

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	48999.04	3056.892	43007.64	54990.44	256.93	<.0001
CH5	1	16.4580	22.0074	-26.6756	59.5917	0.56	0.4546
CH6	1	16.4762	33.4883	-49.1596	82.1121	0.24	0.6227
CH7	1	-20.8770	43.9042	-106.928	65.1736	0.23	0.6344
CH8	1	68.5534	73.1173	-74.7540	211.8607	0.88	0.3485
Scale	0	4075.377					

Lampiran 7A (Lanjutan)

Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust MCD		Robust Residual	Leverage	Outlier
			Distance	Distance			
4	2000.000000	1.8336	7.5889	*	-0.9647		
9	2005.000000	2.2572	6.3939	*	-0.1441		
12	2008.000000	2.8967	13.5981	*	0.5021		
Goodness-of-Fit							
Statistic			Value				
R-Square			0.1482				
AICR			12.1490				
BICR			21.6022				
Deviance			1.3963E8				
Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	19086.88	1352.322	16436.38	21737.38	199.21	<.0001
CH9	1	112.8541	29.4727	55.0888	170.6195	14.66	0.0001
CH10	1	3.2365	4.7323	-6.0387	12.5116	0.47	0.4940
CH11	1	-3.3749	3.5893	-10.4097	3.6599	0.88	0.3471
CH12	1	-6.8421	2.5888	-11.9160	-1.7682	6.99	0.0082
Scale	0	1288.233					
Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust MCD		Robust Residual	Leverage	Outlier
			Distance	Distance			
2	1998.000000	2.3259	7.7353	*	3.4590		*
3	1999.000000	2.0933	2.2445		3.6084		*
12	2008.000000	1.6104	4.5253	*	-0.2364		
14	2010.000000	3.3103	25.3546	*	-14.2319		*
Goodness-of-Fit							
Statistic			Value				
R-Square			0.3973				
AICR			16.4565				
BICR			27.5046				
Deviance			23746883				

Lampiran 7B *Output SAS Robust MM-Estimation Kabupaten Banyuwangi*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	46022.54	7177.183	31955.52	60089.56	41.12	<.0001
CH1	1	26.7482	8.7599	9.5792	43.9172	9.32	0.0023
CH2	1	-4.8804	8.7298	-21.9904	12.2296	0.31	0.5761
CH3	1	31.1367	12.6192	6.4035	55.8698	6.09	0.0136
CH4	1	-11.8462	12.8832	-37.0969	13.4045	0.85	0.3578
Scale	0	4557.813					

Diagnostics						
Robust						
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	MCD Distance	Leverage	Robust Residual	Outlier
2	1998.000000	2.0307	4.7358	*	-1.7830	
3	1999.000000	2.7578	6.0699	*	1.1078	
11	2007.000000	1.3711	1.1915		-4.6256	*
14	2010.000000	2.5602	4.4949	*	-0.1159	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.1774
AICR	14.9789
BICR	24.1272
Deviance	2.271E8

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	29255.17	822.9397	27642.24	30868.11	1263.77	<.0001
CH5	1	40.3569	9.2149	22.2962	58.4177	19.18	<.0001
CH6	1	-64.6167	16.9626	-97.8627	-31.3707	14.51	0.0001
CH7	1	-4.8525	18.1929	-40.5098	30.8048	0.07	0.7897
CH8	1	-20.5009	51.2889	-121.025	80.0235	0.16	0.6894
Scale	0	3114.309					

Lampiran 6B (Lanjutan)

Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis	Robust MCD		Robust Residual	Outlier	
		Distance	Distance	Leverage			
1	1997.000000	1.3385	1.1379		-4.3291	*	
2	1998.000000	2.6739	26.2393	*	3.4110	*	
3	1999.000000	2.0368	20.1895	*	0.2508		
11	2007.000000	2.1085	2.0529		6.2932	*	
14	2010.000000	2.7394	18.3077	*	-0.2068		
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.2533			
			AICR	14.2737			
			BICR	26.2897			
			Deviance	1.27E8			
Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square Pr	> ChiSq
Intercept	1	25740.84	2183.628	21461.01	30020.68	138.96	<.0001
CH9	1	-93.7884	64.7828	-220.760	33.1835	2.10	0.1477
CH10	1	109.4218	36.3631	38.1515	180.6921	9.05	0.0026
CH11	1	21.1711	14.3664	-6.9864	49.3286	2.17	0.1406
CH12	1	-1.4677	8.8867	-18.8853	15.9499	0.03	0.8688
Scale	0	3065.181					
Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis	Robust MCD		Robust Residual	Outlier	
		Distance	Distance	Leverage			
2	1998.000000	2.7665	14.4772	*	-3.5268	*	
3	1999.000000	2.9126	7.1562	*	0.5648		
14	2010.000000	2.2375	12.6403	*	0.2712		
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.5699			
			AICR	14.4905			
			BICR	24.3774			
			Deviance	1.0506E8			

Lampiran 7C Output SAS Robust MM-Estimation Kabupaten Ngawi

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	39741.63	1490.182	36820.93	42662.33	711.23	<.0001
CH1	1	-3.4313	3.8832	-11.0423	4.1797	0.78	0.3769
CH2	1	9.2504	4.5534	0.3259	18.1749	4.13	0.0422
CH3	1	0.1431	3.4628	-6.6439	6.9302	0.00	0.9670
CH4	1	1.0037	4.6470	-8.1042	10.1117	0.05	0.8290
Scale	0	1214.533					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Robust		Leverage	Robust Residual	Outlier
		Mahalanobis Distance	MCD Distance			
2	1998.000000	2.0328	2.1363		-3.1782	*
9	2005.000000	1.8766	6.9927	*	-0.2043	
11	2007.000000	2.4267	7.9666	*	0.4845	
14	2010.000000	2.7390	9.5964	*	0.0207	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.1518
AICR	15.0363
BICR	23.8535
Deviance	15721830

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	39776.53	980.3062	37855.17	41697.90	1646.38	<.0001
CH5	1	7.8067	4.8279	-1.6558	17.2691	2.61	0.1059
CH6	1	-14.1572	17.9182	-49.2763	20.9619	0.62	0.4295
CH7	1	-3.6408	15.9396	-34.8819	27.6003	0.05	0.8193
CH8	1	0.1358	27.1358	-53.0495	53.3210	0.00	0.9960
Scale	0	1761.928					

Lampiran 7C (Lanjutan)

Diagnostics							
Obs	Tahun	Robust		Leverage	Robust Residual	Outlier	
		Mahalanobis Distance	MCD Distance				
2	1998.000000	2.6483	6.9685	*	-0.5890		
3	1999.000000	2.5700	4.9514	*	0.2224		
9	2005.000000	2.5737	6.2807	*	0.5591		
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.3082			
			AICR	12.2278			
			BICR	22.0426			
			Deviance	27465671			
Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	12920.43	6084.564	994.9009	24845.95	4.51	0.0337
CH9	1	31.4806	15.5682	0.9675	61.9936	4.09	0.0432
CH10	1	16.9341	12.0734	-6.7292	40.5975	1.97	0.1607
CH11	1	-3.7993	11.9736	-27.2670	19.6684	0.10	0.7510
CH12	1	4.0851	12.9880	-21.3710	29.5412	0.10	0.7531
Scale	0	3726.784					
Diagnostics							
Obs	Tahun	Robust		Leverage	Robust Residual	Outlier	
		Mahalanobis Distance	MCD Distance				
2	1998.000000	1.5922	9.7211	*	-0.8017		
9	2005.000000	2.5862	8.0792	*	-0.3959		
14	2010.000000	3.0693	23.1287	*	0.5547		
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.3673			
			AICR	10.6696			
			BICR	20.2132			
			Deviance	97471570			

Lampiran 7D *Output SAS Robust MM-Estimation Kabupaten Bojonegoro*

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	65260.35	9975.182	45709.35	84811.34	42.80	<.0001
CH1	1	5.7841	21.0567	-35.4862	47.0545	0.08	0.7836
CH2	1	-0.9191	20.3285	-40.7623	38.9240	0.00	0.9639
CH3	1	-0.2503	22.1469	-43.6573	43.1568	0.00	0.9910
CH4	1	-0.6941	29.1012	-57.7313	56.3432	0.00	0.9810
Scale	0	7239.326					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust MCD	Leverage	Robust Residual	Outlier
			Distance			
1	1997.000000	2.5724	4.5274	*	0.4735	
4	2000.000000	2.3914	6.0310	*	0.1775	
10	2006.000000	2.2917	5.1581	*	0.6082	
11	2007.000000	1.7704	1.8548		-3.0039	*

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.0072
AICR	11.9050
BICR	21.5017
Deviance	4.3532E8

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	20557.68	8536.093	3827.241	37288.11	5.80	0.0160
CH5	1	87.3988	69.1516	-48.1358	222.9335	1.60	0.2063
CH6	1	57.7340	101.0678	-140.355	255.8233	0.33	0.5678
CH7	1	-67.5593	146.1774	-354.062	218.9430	0.21	0.6440
CH8	1	119.4911	184.9304	-242.966	481.9480	0.42	0.5182
Scale	0	12288.63					

Lampiran 7D (Lanjutan)

Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust MCD		Leverage	Robust Residual	Outlier
			Distance	Distance			
9	2005.000000	2.3308	7.6449	*		-0.9221	
12	2008.000000	2.0932	6.1668	*		1.0125	
14	2010.000000	2.8450	7.6238	*		0.5377	
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.2789			
			AICR	14.5246			
			BICR	22.0784			
			Deviance	1.3414E9			
Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi- Square Pr	> ChiSq
Intercept	1	1987.343	4766.009	-7353.86	11328.55	0.17	0.6767
CH9	1	36.8955	29.8207	-21.5519	95.3429	1.53	0.2160
CH10	1	11.7105	21.8931	-31.1992	54.6201	0.29	0.5927
CH11	1	-6.5274	14.3380	-34.6294	21.5746	0.21	0.6489
CH12	1	18.8936	13.8847	-8.3199	46.1071	1.85	0.1736
Scale	0	2928.015					
Diagnostics							
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust MCD		Leverage	Robust Residual	Outlier
			Distance	Distance			
4	2000.000000	3.0336	12.1049	*		-0.2007	
13	2009.000000	1.7613	6.2439	*		2.7055	
14	2010.000000	3.0042	5.8987	*		0.9063	
Goodness-of-Fit							
			Statistic	Value			
			R-Square	0.1714			
			AICR	14.2868			
			BICR	22.5261			
			Deviance	79995801			

Lampiran 7E Output SAS Robust MM-Estimation Kabupaten Lamongan

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	60920.40	10368.11	40599.28	81241.51	34.52	<.0001
CH1	1	26.1035	43.0832	-58.3380	110.5449	0.37	0.5446
CH2	1	-0.9395	35.6741	-70.8595	68.9804	0.00	0.9790
CH3	1	-5.4712	30.0234	-64.3161	53.3736	0.03	0.8554
CH4	1	-2.6220	34.0328	-69.3251	64.0811	0.01	0.9386
Scale	0	3963.258					

Diagnostics						
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	Robust MCD		Robust Residual	Outlier
			Distance	Leverage		
1	1997.000000	2.5800	4.7157	*	0.6040	
2	1998.000000	2.3679	4.8944	*	1.4132	
8	2004.000000	2.7363	5.1389	*	-0.0286	

Goodness-of-Fit	
Statistic	Value
R-Square	0.0667
AICR	20.3609
BICR	24.4223
Deviance	1.7635E8

Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	37036.81	5585.600	26089.24	47984.38	43.97	<.0001
CH5	1	43.8777	44.4514	-43.2454	131.0008	0.97	0.3236
CH6	1	42.5062	96.9764	-147.564	232.5765	0.19	0.6612
CH7	1	-136.609	120.4108	-372.609	99.3921	1.29	0.2566
CH8	1	185.0396	144.9611	-99.0788	469.1581	1.63	0.2018
Scale	0	6013.702					

Lampiran 7E (Lanjutan)

Goodness-of-Fit							
		Statistic	Value				
		R-Square	0.3241				
		AICR	15.5624				
		BICR	23.9298				
		Deviance	3.8821E8				
Parameter Estimates							
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	12237.81	3173.738	6017.400	18458.23	14.87	0.0001
CH9	1	-53.6273	36.0432	-124.271	17.0161	2.21	0.1368
CH10	1	38.4226	12.1372	14.6340	62.2111	10.02	0.0015
CH11	1	-39.4402	17.7537	-74.2368	-4.6437	4.94	0.0263
CH12	1	24.5099	9.5889	5.7159	43.3038	6.53	0.0106
Scale	0	3580.130					
Diagnostics							
		Robust				Robust	
Obs	Tahun	Mahalanobis Distance	MCD Distance	Leverage		Residual	Outlier
1	1997.000000	1.5824	1.5484			-3.0925	
2	1998.000000	2.6329	9.7386	*		-0.6046	
12	2008.000000	2.4125	7.3891	*		0.3851	
14	2010.000000	2.8630	6.5874	*		0.3334	
Goodness-of-Fit							
		Statistic	Value				
		R-Square	0.4210				
		AICR	11.1493				
		BICR	21.3013				
		Deviance	1.039E8				

Lampiran 8A Surat Pernyataan Pengambilan Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika FMIPA ITS

Nama : Nazmatuz Zahiroh

NRP : 1315 105 037

menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir/Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian/buku/Tugas Akhir/Thesis/publikasi lainnya yaitu:

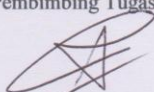
Sumber : Data Penelitian Dr. Sutikno, S.Si, M. Si dengan judul "Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Analisis Resiko Produksi Padi dengan Indikator Perubahan Iklim Jangka Panjang dan Jangka Pendek"

Keterangan : 1. Data Luas Panen Padi per Subround di Kabupaten Jember, Banyuwangi, Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan Tahun 1997-2011
2. Data Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Jember, Banyuwangi, Ngawi, Bojonegoro, dan Lamongan Tahun 1997-2011

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

Surabaya, 15 Juni 2017



(Dr. Sutikno, S.Si, M.Si.)
NIP. 19710313 199702 1 001



(Nazmatuz Zahiroh)
NRP. 1315 105 037

*(coret yang tidak perlu)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap NAZMATUZ ZAHIROH (Aza) lahir di kota Gresik pada tanggal 16 Maret 1994, anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Akhmad Fathoni dan Khusniyatul Ulfa. Pendidikan formal yang ditempuh penulis antara lain TK Muslimat NU 09 Sekar Kedaton, TKQ/TPQ 02 Sunan Giri, MI Ma'arif Sidomukti, MTs. Ma'arif Sidomukti, SMA Negeri 1 Kebomas, dan Diploma III

Jurusan Statistika ITS angkatan 2012. Pada tahun 2015, penulis masuk di Lintas Jalur Jurusan Statistika ITS melalui jalur tes reguler dan mengambil Tugas Akhir berjudul **“REGRESI ROBUST *S-ESTIMATION* DAN *MM-ESTIMATION* UNTUK PEMODELAN LUAS PANEN PADI DENGAN INDIKATOR IKLIM DI SENTRA PRODUKSI PADI JAWA TIMUR”**. Selama masa perkuliahan lintas jalur, penulis pernah dipercaya menjadi asisten dosen mata kuliah Metode Riset Pemasaran. Bagi pembaca yang memiliki saran, kritik atau ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis terkait data dan metode pada Tugas Akhir ini maupun keilmuan statistik dan hal-hal yang membuka wawasan lainnya bisa menghubungi melalui email: nazmatuz.zahiroh@gmail.com.